جمهوري اسلامي افغانستان
د پوهنې وزارت

فزیک

یوولسم ټولگی




د چاپ کال: ۱۳۹۹ هـ . ش.

فزیک
یوولسم ټولگی







ملي سرود

دا وطن افغانستان دی
کور د سولې کور د تورې
دا وطن د ټولو کور دی
د پښتون او هزاره وو
ورسره عرب، گوجر دي
براهوي دي، قزلباش دي
دا هېواد به تل ځلیږي
په سینه کې د آسیا به
نوم د حق مو دی رهبر

دا عزت د هر افغان دی
هر بچی یې قهرمان دی
د بلوڅو د ازبکو
د ترکمنو د تاجکو
پامیریان، نورستانیان
هم ایماق، هم پشه یان
لکه لمر پر شنه آسمان
لکه زړه وي جاویدان
وایو الله اکبر وایو الله اکبر

بسم الله الرحمن الرحیم



د پوهنې وزارت

فزیک

Physics

یوولسم ټولګی

د چاپ کال: ۱۳۹۹ هـ .ش.

د کتاب ځانګړتیاوې

مضمون: فزیک

مؤلفین: د تعلیمي نصاب د فزیک دیپارتمنت د درسي کتابونو مؤلفین

اېډیټ کوونکي: د پښتو ژبې د اېډیټ ډیپارتمنټ غړي

ټولګی: یوولسم

د متن ژبه: پښتو

انکشاف ورکوونکی: د تعلیمي نصاب د پراختیا او درسي کتابونو د تألیف لوی ریاست

خپروونکی: د پوهنې وزارت د اړیکو او عامه پوهاوي ریاست

د چاپ کال: ۱۳۹۹ هجري شمسي

برېښنالیک پته: curriculum@moe.gov.af

د پوهنې د وزیر پیغام

اقرأ باسم ربک

د لوی او ښښونکي خدای ﷻ شکر په ځای کوو، چې موږ ته یې ژوند رابښلی، او د لوست او لیک له نعمت څخه یې برخمن کړي یو، او د الله تعالی پر وروستي پیغمبر محمد مصطفی ﷺ چې الهي لومړنی پیغام ورته (لوستل) و، درود وایو.

څرنګه چې ټولو ته ښکاره ده ۱۳۹۷ هجري لمریز کال د پوهنې د کال په نامه ونومول شو، له دې امله به د ګران هېواد ښوونیز نظام، د ژورو بدلونونو شاهد وي. ښوونکی، زده کوونکی، کتاب، ښوونځی، اداره او د والدینو شوراګانې د هېواد د پوهنیز نظام شپږګوني بنسټیز عناصر بلل کېږي، چې د هېواد د ښوونې او روزنې په پراختیا او پرمختیا کې مهم رول لري. په داسې مهم وخت کې د افغانستان د پوهنې وزارت د مشرتابه مقام، د هېواد په ښوونیز نظام کې د ودې او پراختیا په لور بنسټیزو بدلونونو ته ژمن دی.

له همدې امله د ښوونیز نصاب اصلاح او پراختیا، د پوهنې وزارت له مهمو لومړیتوبونو څخه دي. همدارنګه په ښوونځیو، مدرسو او ټولو دولتي او خصوصي ښوونیزو تأسیساتو کې، د درسي کتابونو محتوا، کیفیت او توزیع ته پاملرنه د پوهنې وزارت د چارو په سر کې ځای لري. موږ په دې باور یو، چې د باکیفیته درسي کتابونو له شتون پرته، د ښوونې او روزنې اساسي اهدافو ته رسېدلی نشو.

پورتنیو موخو ته د رسېدو او د اغېزناک ښوونیز نظام د رامنځته کولو لپاره، د راتلونکي نسل د روزونکو په توګه، د هېواد له ټولو زړه سواندو ښوونکو، استادانو او مسلکي مدیرانو څخه په درناوي هیله کوم، چې د هېواد بچیانو ته دې د درسي کتابونو په تدریس، او د محتوا په لېږدولو کې، هیڅ ډول هڅه او هاند ونه سپموي، او د یوه فعال او په دیني، ملي او انتقادي تفکر سمبال نسل په روزنه کې، زیار او کوښښ وکړي. هره ورځ د ژمنې په نوي کولو او د مسؤولیت په درک سره، په دې نیت لوست پیل کړي، چې د نن ورځې ګران زده کوونکي به سبا د یوه پرمختللي افغانستان معماران، او د ټولنې متمدن او ګټور اوسېدونکي وي.

همدا راز له خوږو زده کوونکو څخه، چې د هېواد ارزښتناکه پانګه ده، غوښتنه لرم، څو له هر فرصت څخه ګټه پورته کړي، او د زده کړې په پروسه کې د ځیرکو او فعالو ګډونوالو په توګه، او ښوونکو ته په درناوي سره، له تدریس څخه ښه او اغېزناکه استفاده وکړي.

په پای کې د ښوونې او روزنې له ټولو پوهانو او د ښوونیز نصاب له مسلکي همکارانو څخه، چې د دې کتاب په لیکلو او چمتو کولو کې یې نه ستړې کېدونکې هلې ځلې کړې دي، مننه کوم، او د لوی خدای ﷻ له دربار څخه دوی ته په دې سپېڅلې او انسان جوړوونکې هڅې کې بریا غواړم.

د معیاري او پرمختللي ښوونیز نظام او د داسې ودان افغانستان په هیله چې وګړي یې خپلواک، پوه او سوکاله وي.

د پوهنې وزیر

دکتور محمد میرویس بلخي

لومړنۍ خبرې

زموږ زمانه د ساينس او تکنالوژۍ د چټکو بدلونونو زمانه ده، د پوهانو د اټکل له مخې به په راتلونکو کالونو کې هره مياشت د علمي اطلاعاتو کچه دوه برابره شي. څرگنده ده چې له دغو بدلونو سره يو ځای به زموږ د ژوند لارې، طريقې او هم زموږ د سبا ورځې د ځوان نسل اړتياوې هم بدلون ومومي. کيدای شي په دې لړ کې د علومو زده کړې په بدلون کې شي. په دې لارو چارو ټينگار شوی دی، چې زده کوونکي په آسانۍ سره چټکې زده کړې وکړي، وکولای شي، چې لازم او اړين مهارتونه د زده کړې په پړاوونو او د مسايلو په حل کې وکاروي. په دغه درسي کتاب کې هڅه شوېده، چې محتوا يې د فعالې زده کړې په پام کې نيولو سره تآليف شي.

په هر درسي کتاب کې درې بنسټيزې موخې (پوهه، مهارت او ذهنيت) د مؤلفينو د پاملرنې وړ گرځيدلي دي، سربيره پر هغه د سرليکونو حجم او د کتاب محتوا د دولت له ښوونيزې او روزنيزې کړنلارې سره سم د وخت او ښوونيز پلان په پام کې نيولو سره يې مفردات طرح شوي دي، د محتوا د عمومي معيارونو او منل شوې ليکنې پر بنسټ، د افغانستان د ثانوي دورې درسي کتابونه تنظيم او چاپ شويدي، هڅه شوېده، چې موضوع گانې په ساده او روانه بڼه طرح شي، چې د فعاليتونو، بيلگو او پوښتنو په راوړلو سره د زده کوونکو لپاره اسانه وي. له درنو ښوونکو څخه هيله کېږي، چې د خپلې هغه پوهې او تجربو له مخې د نوښتگرو طرحو په وړاندې کولو سره، چې کولای شي، په ښوونه او روزنه کې د زده کوونکو لپاره ممد (مرستندوی) واقع شي، له موږ سره مرسته وکړي.

همدارنگه له خپلو رغنده وړانديزونو، چې د کتاب د کيفيت په لوړولو کې اغيزې ولري، له هيڅ ډول هڅې او هاند څخه ډډه ونه کړئ. تاسو ته ډاډ درکوو، چې انشاء الله ستاسو جوړوونکو او ارزښتمنو نظرياتو او وړانديزونو ته به د کتاب د نميگړتياوو او تيروتنو د مخنيوي په موخه په راتلونکي چاپ کې په مينه هر کلي ووايو.

په پای کې له هغو ښاغلو استادانو څخه چې ددغه کتاب په سمون او اصلاح کې يې زيار ايستلی دی، مننه کوو.

همدارنگه د کمپيوټر له درنو کارکوونکو څخه چې ددغه کتاب په ټايپ، ډيزاين او د پاڼو په ښکلا کې يې نه ستړې کيدونکې هلې ځلې کړيدي، هم مننه کوو.

د تعليمي نصاب د پراختيا او درسي کتابونو د تاليف عمومي رياست

د فزيک څانگه



لړلیک

مخونه



فهرست

مخونه



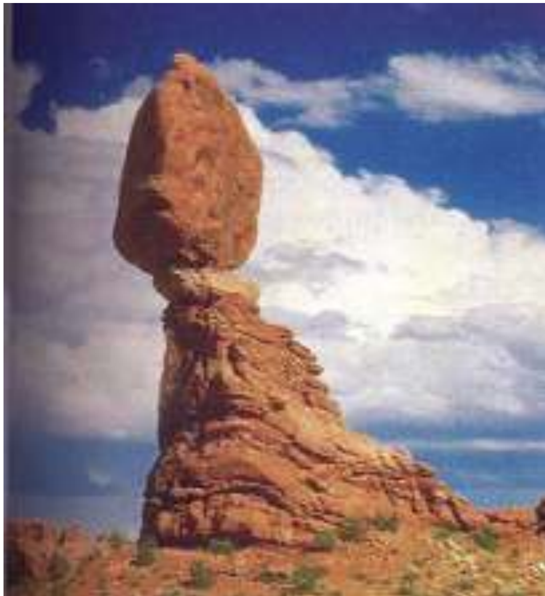
فهرست

مخونه

لومړۍ څپرکی

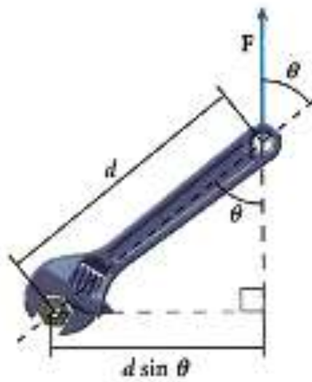
میخانیکي تعادل (انډول)





میخانیکي تعادل د میخانیک فزیک له خورا مهمو موضوعگانو څخه دی. په دې بحث کې مطالعه کېدونکې موضوعگانې هم په نظري برخه کې او هم د اقتصاد په بېلابېلو ډگرونوکې د اړتیا وړماشین الاتو او تکنالوژۍ په پراختیا کې چې زموږ د ټولنې په ورځنې ژوندانه کې په پراخه کچه استعمالېږي یو مهم بنسټ جوړوي. ځینې مسایل، لکه: د قوومطالعه، په اجسامو باندې یې د اغېزو څرنگوالی، د رافعې او د ساختماني وسایطو، لکه: تراکتورونو، بلدوزرونو، جرثقیلونو او همدا رنگه د کرنې، صنایعو ځمکنې او هوايي ترانسپورت او د کانونو د استخراج په څېر د ساده ماشینونو په طراحی او جوړولوکې د قوو او د هغو د اړوندو پدیدو د اغېزو کارول د اټول پر هغو قواعدو بنا شوي چې میخانیک فزیک او له هغې جملې څخه د میخانیکي تعادل پر بنسټ تیوري گانې تر مطالعې لاندې نیسي.میخانیکيٍ تعادل د انسانانو او حیواناتو په ژوندانه کې یو له خورا ژورو او طبیعي رمزونو څخه دی چې د ځمکې د کرې پرمخ یې هغوته د ثبات او ژوندي پاتې کېدو مناسب شرایط برابر کړي. د ځمکې پرمخ د انسانانو له حرکت څخه نیولې د بېړیو او سیارو تر الوتلو او د ځمکې او بحرونو په ژوروکې نفوذ دا ټول د علم او تکنالوژۍ لاسته راوړنې دي چې د میخانیکي تعادل د بحث نقش پکې ښکاره اوغوره دی. ددې څپرکي محتویات د هغو محتویاتو په تړاو جوړشوي چې تاسو په تېرو ټولګیو کې زده کړي دي. قوه چې د فزیک له پخوانیو درسونو څخه یو بحث دی، په دې څپرکي کې هم تکرا ربږي، تر څو چې یو شمېرنورو بحثونو لکه قوې یا متقابلې اغېزې(عمل او عکس العمل) او د تعادل بحث ته د ورتلو بنسټ جوړ کړي. د قوو د څرگندېدو (منځته راتلو) مطالعه، که څه هم د متلاقي او یا موازي قوو په څېر ده، همدارنگه د قوو د تجزیه کېدو پوهه، د قوې د مومنت او یا د دوران مومنت او د زوج قوې په څېر د یو شمېر نورو مفاهیمو د پېژندلو او زده کولو لپاره لاره هواروي.

دې ته باید پام وکړو چې قوه د یومهم شاخص په توګه ددې څپرکي په ټولو برخو کې کارول شوې. د دې څپرکي د مندرجو بحثونو د ښې پوهې لپاره کوښښ شوی چې موضوعګانې د مثالونو او تمرینونو په راوړلوسره د شاګردانو د مناقشې او تفکر لپاره وړاندې شي.
هیله ده چې زده کوونکي ددې څپرکي په پای کې د ډله ییزو کارونو په ترسره کولو او د سوالونو او تمرینو نو په حلولو سره ، ددې بحث فزیکي مفاهیم په خپلو ذهنونو کې لاژور او تحکیم کړي او په پایله کې یې لاندې پوښتنو او ددې په څېرنورو پوښتنو ته ځواب ووایي:



په شکل کې لیدل کېږي چې د رافعې د مټ لوری تل د تطبیق شوې قوې پر لوري عمود دی.

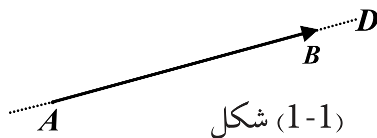
ولې قوه وکتور ده؟ څه شی د یوه جسم د حرکت د ګړندي کېدو یا تعجیل سبب ګرځي؟ کله چې د یوه څټک (چکش) په مرسته پریو میخ قوه وارده شي، آیا میخ هم په خپل وار بېرته پرڅټک قوه واردوي؟ څنګه او ولې؟، د یوه محور پرشاوخوا د یوجسم ددوران پیښه څه شی تمثیلوي؟
او ددې په څېر نورو پوښتنو ته باید په مناسبه توګه ځواب ور کړئ.

1-1: قوه

هغه قوه چې ټول یې پېژنو، د ځمکې د جاذبې قوه یا د جسم وزن دی. په ورځني ژوندانه او هم تخنیک کې له ګڼ شمېر قوو سره بلدتیا لرو. همد ارنګه تاسو په تېرو کلونو کې په دې پوه شوئ چې قوې د هغو د اغېزو له مخې کولای شو وپېژنو. یوه قوه کولای شي چې یو جسم په حرکت راولي. د یو جسم د سرعت د زیاتیدو یا کمېدو سبب شي او یا د یو جسم د شکل او د حرکت د لوري د بدلون سبب شي.
دا بدلونونه کله ناکله ډېر کم او واړه وي چې یوازې په ډېرو دقیقو اندازه کولو سره تشخیص کېدای شي.
د یو جسم سرعت او د هغه د حرکت لوری دوه داسې ځانګړتیاوې دي چې د جسم د حرکت حالت ټاکي او له دې ځانګړتیاوو څخه په ګټې اخیستنې سره قوه داسې تعریفوي: قوه هغه عامل دی چې د جسم د شکل او یا حالت د بدلون سبب ګرځي.

قوه د وکتور په توګه

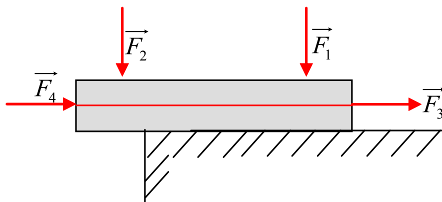
يو جسم تل خپل ځان ته په يوه لوري حرکت ورکولی شي او يا د خپل سرعت يوه لوري ته بدلون ورکوي چې پرجسم باندې عامله قوه په همغه لوري اغيزه کوي. همدا رنګه د قوې د اغېز لوري کولای شي د جسم د شکل د بدلون سبب شي. دا موضوع د اوسپنې په يوه ميله کې په ښه توګه کتل کيدای شي، يعنې کله چې ميله د يوې قوې تر اغېز لاندې واقع شي، کږيږي. له پورتنيو ځرګندونو څخه دې پايلې ته رسيږو چې قوه يو وکتوري کميت دی او د هغې د توضيح او بيانولو لپاره يې دکچې (اندازې) او لوري پيژندلو ته اړتيا ده. قوه د يوه وکتور په توګه د يو تير په مرسته ښيي. د (1-1) په شکل کې لاندې نوم کيښودلو ته پام وکړئ:



شکل (1-1)

د A نقطه د تاثير يا اغيزې نقطه، د AB د غشي اوږدوالی د قوې مقدار يا کچه، د $\overrightarrow{AB}$ غشي لوری د قوې لوری يا جهت او د D مستقيم خط د قوې د اغيزې يا استقامت لوری راښيي.

پريوه جسم د يوې قوې اغيزه، په عمومي توګه پرهمغه جسم باندې د قوې د اغيزې نقطې په موقعيت پورې اړه لري. په (1-2) شکل کې ليدل کيږي چې په جسم باندې دوې قوې F_1 و F_2 چې يوله بله سره مساوي دي عمل کوي. لکه څنګه چې د F_1 قوه جسم د لاندينې سطحې پر لور تر فشار لاندې نيسي او د F_2 قوه هغه، لاندې لوري ته کږوي.



شکل (1-2)

برعکس د F_3 او F_4 مساوي قوې چې د دوی د اغيزې کرښې په لور پرجسم عمل کوي، مساوي اغيزې پر جسم باندې وارده وي چې په پايله کې ويلای شو: که چيرې د يوې قوې د اغېز د نقطې موقعيت د هغې د اغېز پرکرښه بدلون وکړي، د قوې اغېز بدلون نه کوي.

اوس د بيلابيلو قوو څو بيلګې تر څېړنې لاندې نيسو:

له قوو څخه يوه د عضلو قوه ده . ددې قوې په مرسته کولای شو د اجسامو سرعت کم يا زيات کړو او يا د هغوی شکل ته بدلون ورکړو. د عضلو قوه د فزيکي تجربو لپاره لږه مساعده ده، ځکه چې په سختۍ سره اندازه کيږي . لکه څنګه چې له پخوا څخه پوهيږئ، د وزن قوه له قوو څخه يوه بله ده چې په يوه ځای کې د جسم له کتلې او يا د هغه د مادې له اندازې سره چې په جسم کې شته، مستقيماً متناسبه ده. د جسم د وزن قوه تل په عمودي توګه د ځمکې د ثقل په لوري عمل کوي. له يوه تار څخه په ګټې اخيستلو سره چې له يوه ځرخ څخه تير شوی دی، د وزن د قوې اغيزه پرته له دې چې په مقدار (اندازه) کې بدلون را منځ ته شي، کولای شو نورو لورو ته يې متوجه کړو.

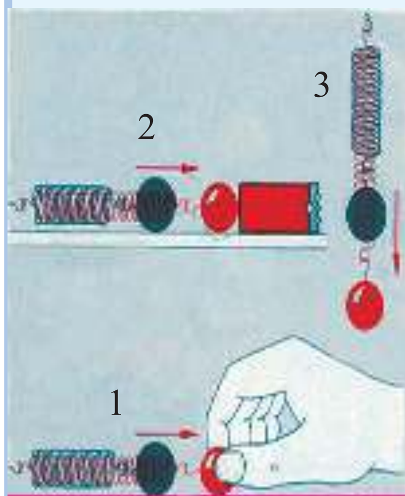
د اصطکاک قوه یوبل ډول قوه ده، کله چې دوه جسمونه سره په تماس کې شي او د متقابل حرکت په حالت کې راشي، ددوی ترمنځ د اصطکاک قوه منځته را ځي. موږ په کور، ښوونځي، بازار، د سپورت په ډګرونو او نورو ډېروځایونو کې په خپل ورځني ژوند کې پر جسمونو باندې د ډول ډول قوو لکه د مقناطیس قوې، بریښنایي قوې او نورو اغیزې وینو. ددې لپاره چې د قوې اغیزې په ښه او څرګند ډول ولیدلای شو او د قوې نورې بیلګې معرفي کړای شو، د لاندې فعالیتونو په تر سره کولو پیل کوو.



فعالیت

د (3-1) شکلونوته نظروکړئ. څه به پیښ شي ، که چیرې فنر په لاس راوکاږو؟ (۱حالت)او یا مقناطیس ورته نژدې کړو؟ (2حالت) دغه کار عملي کړئ او د خپلو کتنو پایلې په هره ډله کې وړاندې کړئ. دا ځل فنر په عمودي ډول له غونډاري (ګلولې) سره یوځای د (3حالت) د شکل په څېر و ځړوئ، څه بدلون به وګورئ؟

آیا بیا به هم فنر د غونډاري د وزن له امله وغځیږي؟که چیرې تجربه مو په سمه توګه تر سره کړې وې، وبه ګورئ چې مقناطیس او د غونډاري وزن هم د لاس د عضلو د قوې په څېر د فنر د شکل د بدلون لامل کېږي، نو پایلې ته رسیږو چې: قوه کولای شي د جسم د شکل د بدلون لامل وګرځي او یا بر عکس د شکل هر ډول بدلون، د یوې قوې د اغېز معلول دی.



(3-1) شکل

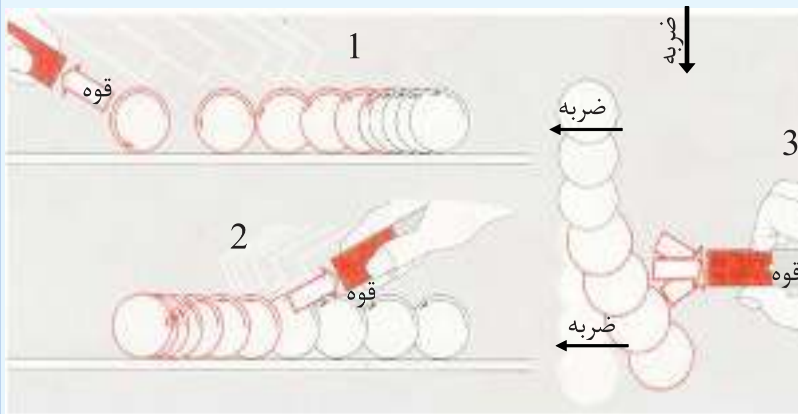
یو شمېر نور ځایونه چې کولای شو د عضلو قوه پکې په اسانۍ سره وګورو بیلابیل سپورتونه دي چې د دوی له ډلې څخه د والیبال او باسکتبال لوبې دي چې په ترڅ کې یې تاسو په خپله کولای شئ په تجربوي توګه د خپل لاس د عضلو قوه احساس کړئ. په دې لوبو کې ستاسو د لاس د عضلو قوه توپ ته سرعت ورکوي او یا توپ چې د حرکت په حالت کې دی، یې دروي او یا یې د حرکت لوري ته بدلون ورکوي. آیا هغه څه چې وویل شول، د مقناطیس د قوې په هکله هم صدق کوي؟ ایا د مقناطیس قوه د یوه جسم د سرعت د زیاتېدو یاکمېدو لامل کیدای شي؟ د مقناطیس د قوې اغیزې د لاندې فعالیت د تر سره کولو په ترڅ کې کتلی شو:



فعالیت

هغو حالتونو ته چې په (4-1) شکلونو کې وړاندې شوي دي. پام وکړئ:

(1 حالت) پر یو واړه اوسپنیز غونډاري چې د مېز پر سر پروت دی، ضربه واردوو.
ګلولې د واردې ضربې له امله د مېز پر سر ورو رغړي. په عادي حالت کې ګلولې په ثابت سرعت حرکت کوي او که یوه مقناطیسي میله د مخې لخوا ګلولې ته ورنژدې شي، څه پیښه به ولیدل شي؟ د ګلولې د حرکت په سرعت کې څه بدلون لیدل کېږي؟



(4-1) شکل

همدې حالت ته ورته ګلولې، یوه ګلوله چې په ساکن حالت کې ده، کولای شي په حرکت راشي.
(2 حالت). د اوسپنې ګلولې یوځل بیا د مېز پرمخ د رغړیدو په بڼه خوشې کوو ، خو دا ځل هغوی د (2حالت) که وینئ یې د مقناطیسي میلې په مرسته تعقیبوو یعنې د ګلولې د حرکت په سرعت کې څه بدلون و ینئ او ولې؟
په دریم حالت کې چې مقناطیسي میله له یوه لوري، رغړېدونکې د اوسپنیزې ګلولې د حرکت مخالف لوري له خوا مقناطیسي میلې ته ورنژدې کېږي، تا سو څه بدلون ګورئ ؟ هغه پایلې چې تا سو د تجربې پر مهال د پورتنیو پوښتنو د ځواب په توګه تر لاسه کړې، د یو ډله ییز کار په ترڅ کې یې په خپلو کې مطرح کړئ

دلاندې تمرینونو په تر سره کولو سره ، په یوه جسم باندې د قوې د اغېزو د څرنګوالي په اړه د ګروپ د غړو تر منځ بحث وکړئ او پایلې یې له نورو سره شریکې کړئ:

a- ویل شوي چې قوه یو وکتوري کمیت دی، آیا کولای شئ د یو وکتوري کمیت ځانګړنې بیان کړئ؟

b- ایا پرته له وکتوري کمیت څخه، بل کوم کمیت هم پېژنئ ؟ که ځواب هو وي، هغه کمیت کوم کمیت دی؟ هغه کمیت او ځانګړنې یې معرفي کړئ.

c- قوه يو جسم چې ساکن وي په حرکت راولي. کولای شئ دا وينا په تجربه ثابته کړئ؟
d- قوه په څه ډول د يوه متحرک جسم د دريدو سبب گرځي؟
e- يوجسم په يوه ټاکلي لوري په حرکت کې دی، يوه قوه له کيڼ لوري پرې اغيزه کوي، څه پېښيږي؟ د يوه شکل په واسطه يې وښيئ. له دې عمل څخه څه پايله ترلاسه کوئ؟
f- پر يوه جسم د يوې قوې د اغيز له امله، ممکنه ده چې د هغه جسم شکل بدلون وکړي. ايا په جسم باندې دا بدلون د يوه شکل په مرسته ښودلای شئ؟

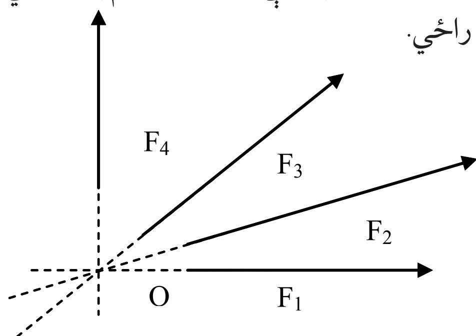
پوښتنې

د قوې د اندازه کولو د واحدونو په هکله مو په تېرو ټولګيو کې لوستي دي، لاندې پوښتنوته په ځواب ورکولو خپل پخواني معلومات په لنډ ډول تکرار کړئ:

1. د (SI) په نړيوال سيستم کې بنسټيز (اساسي) واحدونه کوم دي؟ بيان او تعريف يې کړئ.
2. د (SI) په نړيوال سيستم کې د قوې واحدڅه شی دی؟ تعريف يې کړئ.
3. د (SI) په نړيوال سيستم کې د قوې واحديو بنسټيز واحددی که يو فرعي واحد ؟ او ولې؟

1-2: متلاقي (غير موازي) قوې

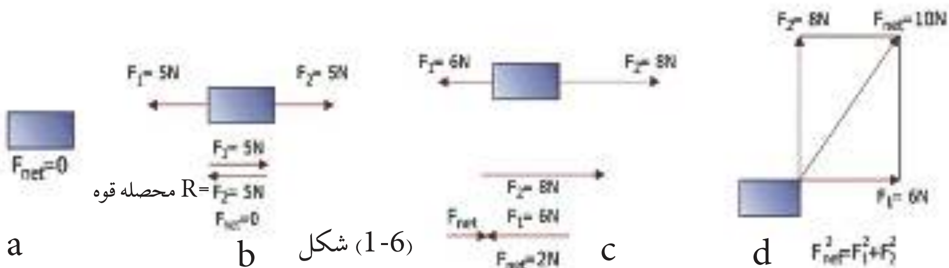
کله چې پر يوه جسم دوې يا تر دوو زياتې قوې اغيز وکړي، داسې چې د اغيزو خطونه يې سره موازي نه وي او په يوه نقطه کې يو بل قطع کړي، دا قواوې د متلاقي قوو په نامه يادوي.
د بيلګې په توګه، په (1-5) شکل کې ليدل کيږي چې د F_1, F_2, F_3 او F_4 قوو د اغيز خطونه د O په نقطه کې يو بل قطع کوي، نو د O نقطهددې قوو د اغيزو مشترکه نقطه ده، F_1, F_2, F_3 او F_4 قوې متلاقي قوې بلل کيږي. کله چه څو متلاقي قوې پر يوه جسم باندې عمل وکړي، يوه محصله قوه را منځ ته کوي چې ددې قوې اندازه او لوري په هندسي توګه د وکتورونو له قواعدو څخه په ګټې اخيستلو او هم په حسابي توګه له الجبري قواعدو څخه په ګټې اخيستلو لاس ته راځي.



(1-5) شکل

د قوو محصله

کله چې په یوه وخت کې پر یوه جسم له یوې څخه زیاتې قوې واردې شي، په دې حالت کې د قوو یو سیستم پر جسم عمل کوي چې د جسم د حرکت پر حالت اغیزه اچوي او پر یوه جسم د اغېز کوونکو ټولو قوو وکتوري مجموعه د محصله قوې په نامه یادیږي او هغه په R ښیي. پوهیږو چې قوې د وکتورونو د قوانینو پر بنسټ جمع کیږي (لاندې شکلونه دې وکتل شي) باید په یاد ولرو چې محصله قوه تل پر جسم د عمل کوونکو قوو له مجموعې سره معادله نه وي یعنې دا مجموعه په هر حالت کې د هغوی له محصله قوې سره نشو بدلولی، یوازې په هغه حالت کې داکارشونی دی چې قوې سره موازي وي.



شکل (1-6)

د قوو محصله، د هغو قوو وکتوري مجموعه ده چې پر یوه جسم عمل کوي. باید وویل شي چې د سوالونو په حل کې د $\vec{R}$ سمبول پر ځای $\left(\sum F\right)$ هم کاروي او هم د R محصله قوه په F_{net} سره ښیو.

په هندسي توګه د متلاقي قوو محصله پیداکول:

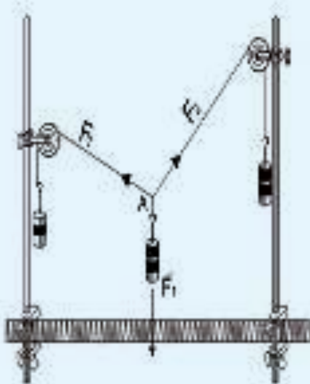
د متلاقي قوو د محصلې د پیداکولو لپاره لاندې فعالیت تر سره کوو:

فعالیت

په یوه تجربه کې له مخامخ شکل سره سم د $\vec{F_1}$ او $\vec{F_2}$ دوې قوې په مایله توګه، په مختلفو لورو پورته خواته او د $\vec{Fr}$ قوه په عمودي توګه ښکته خواته عمل کوي. د قوو اندازه د هغو وزنونو په مرسته چې ځړول شوي دي، ټاکل شوې ده. که چیرې قوې د غشو په توګه رسم کړو، یوه ساده هندسي هماهنګي په لاس راځي.

ځرنګه چې د A نقطه د سکون په حالت کې ده، نو باید:

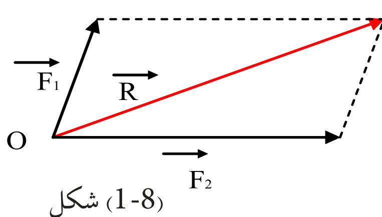
$\vec{Fr}$ چې د $\vec{F_1}$ او $\vec{F_2}$ محصله ده. د $\vec{Fr}$ له قوې سره مساوي، خو مخالف لوری به ولري. که چیرې په رسم کې $\vec{Fr}$ وکتور ته په مخالف لوري کې د هغه له خپل اوږدوالي سره مساوي دوام ورکړو، $\vec{Fr}$ په لاس راکوي. له دې ځایه څخه لیدل کیږي چې د $\vec{F_1}$ او $\vec{F_2}$ وکتورونه یوه داسې متوازي الاضلاع جوړوي چې $\vec{Fr}$ یې وتردی.



شکل (1-7)

د پورتني فعالیت له پایلې څخه په ګټې اخیستلو، د دوو غیر موازي قوو محصله چې په هندسي توګه د قوو د متوازي الاضلاع د قاعدې په نامه نومول شوې ده، داسې بیانوو:

قاعده: د دوو نا موازي (متلاقي) قوو محصله چې تر یوې زاویې لاندې پر یوه جسم باندې اغیز کوي د هغې متوازي الاضلاع د وتر له مقدار او لورې څخه په لاس راځي چې د دې دوو قوو په مرسته رسمیږي. که چیرې مونږ هغه زاویې ته چې د دې دوو قوو ترمنځ شتون لري، بدلون ورکړو، د محصله قوې کچه هم بدلون مومي، له دې وینا څخه یوه بله قاعده لاس ته راوړو او دا رنګه یې بیا نوو:



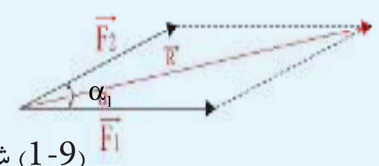
(1-8) شکل

قاعده: د محصله قوې مقدار نه یوازې د دوو قوو په مقدار پورې، بلکې د هغې زاویې په پراخوالي پورې هم اړه لري، کومه چې د دې دوو قوو داغیز د خطونو ترمنځ شتون لري. د محصله قوې د کچې اړیکه د هغې زاویې له پراخوالي سره چې د دوو قوو ترمنځ شتون لري، په لاندې فعالیت کې تشریح او کتلی شو.



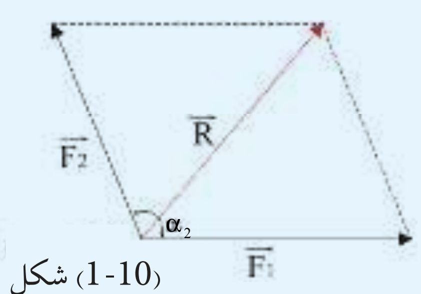
فعالیت

وړاندې ووېل شول چې پر یوه جسم باندې د اغېز کوونکو دوو قوو د محصلې قوې کچه، نه یوازې د دوو قوو په مقدار پورې اړوند ده، بلکې د هغې زاویې پر پراخوالي پورې هم اړه لري چې د دوو قوو ترمنځ واقع ده. دا یوه قاعده ده چې موږ یې په دې فعالیت کې په ترسیمي ډول ثبوت او مشاهده کوو.

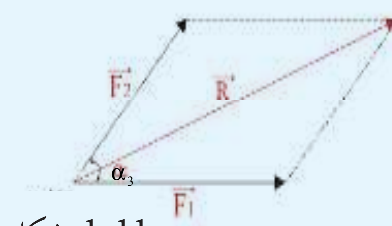


(1-9) شکل

په (1-9)، (1-10) او (1-11) شکلونو کې د $\vec{F_1}$ او $\vec{F_2}$ دوې قوې، په دریو حالتونو کې د α_1، α_2 او α_3 تر زاویو لاندې پر یو جسم باندې عمل کوي. د پورتنیو حالتونو د هر یوه حالت لپاره، په داسې حال کې چې قوې په مساوي اندازه دي او د منځ زاویې پراخوالي یې سره توپیر کوي، یوه محصله قوه د متوازي الاضلاع د بشپړولو په طریقه په لاس راوړو. د دې متوازي الاضلاع وتر چې د محصلې قوې کچه په لاس راکوي، اندازه کوو چې دا وتر د $\vec{F_1}$ او $\vec{F_2}$ د قوې له وکتور سره شریکه مبدا لري او لورې یې له مبدا څخه د انجام په لور دی. په شکلونو کې ګورئ چې د $\vec{R}$ د محصلې قوې کچه نظر هغه زاویې ته چې قوې یې په خپلو کې، توپیر لري. لکه څنګه چې وینو، هر څومره چې د دوو قوو د وکتورونو ترمنځ زاویه کوچنۍ وي، محصله یې لویه او څومره چې د دوی ترمنځ زاویه لویه وي، محصله یې کوچنۍ وي. دا فعالیت دې هره ډله په جلا ډول ترسره کړي او دخپل کار پایلې دې خپلو ټولګیوالوته وړاندې کړي.

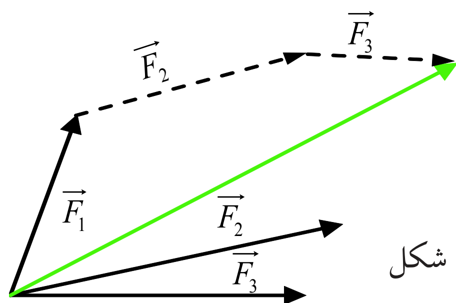


(1-10) شکل

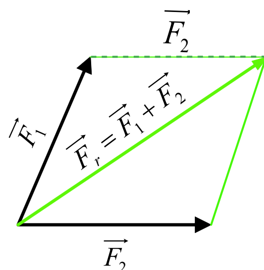


(1-11) شکل

باید ووایو چې موږ کولای شو همدا پایله د وکتورونو د جمع کولو (د وکتورنو د انتقال طریقه) له قاعدې څخه په ګټې اخیستلو هم لاسته راوړو. دادی په (1-12) او (1-13) شکلونو کې د هغو قوو محصله چې په متلاقي ډول یې په یوه جسم عمل کړی دی، د وکتور قوو د انتقال له طریقې څخه په کار اخیستلو سره دا ډول لاسته راوړو. د $\vec{F_1}$ د وکتور قوې انجام ته، یو موازی خط د $\vec{F_2}$ د قوې د اغیز د خط په لوري رسموو. بیا د دې خط پر مخ، یو قطعه خط چې د $\vec{F_2}$ قوې د وکتور له اوږدوالی سره مساوي وي، جلا او په نښه کوو او بیا وروسته د $\vec{F_2}$ له انجام څخه یو خط چې د $\vec{F_3}$ له قوې سره مساوي او موازي وي، رسموو. که د F_1 قوې مبدا د F_3 قوې له انجام سره وصل کړو، کوم قطعه خط چې په لاس راځي، د $\vec{F_1}$ ، $\vec{F_2}$ او $\vec{F_3}$ قوو محصله ده، د (1-13) شکل. باید په یاد ولرو چې د متوازي الاضلاع قاعده او د وکتورونو د جمعې قاعده د محصله قوې د پیدا کولو لپاره عین نتیجه لري.

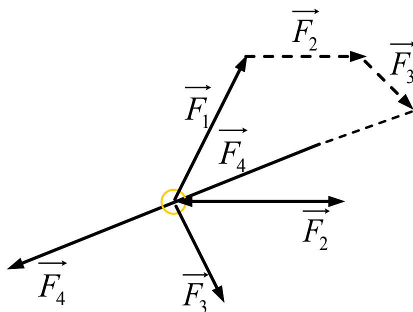


(1-13) شکل



(1-12) شکل

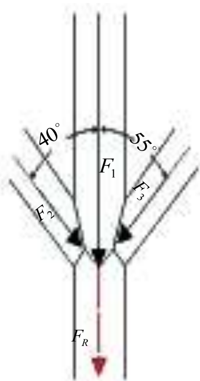
که چیرې یو جسم د تعادل په حال کې وي، د قوو محصله یې له صفر سره مساوي ده او د قوو د مضلع پایله یې یوه تړلې مضلع ده، د (1-14) شکل په تړلې مضلع کې د اخري قوې انجام د هغې قوې د اغیز له نقطې سره منطبق کېږي. یعنې: $R = o$ او یا $\sum F = o$



(1-14) شکل

مثال:

د يوې پايي د پاسه $F_1 = 3600N$ وزن پورته شوي دي. په همدې وخت کې په دې پايه کې، دوې قوې يوه يې $F_2 = 1200N$ د F_1 سره د 40° زاويې لاندې او بله قوه يې $F_3 = 1440N$ د F_1 سره د 55° زاويې لاندې فشار واردوي. د محصله قوې اندازه او لورى پيدا کړئ.



(1-15) شکل

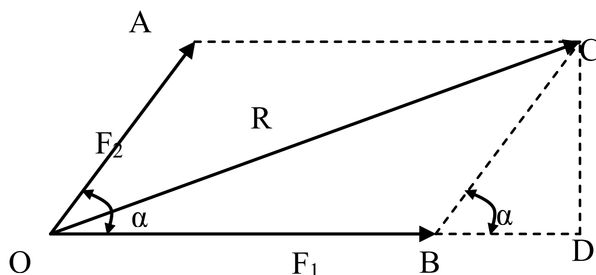
حل: تر ټولو د مخه د قوې لپاره د اوږدوالي يو مقياسي واحد ټاکو. د بيلګې په توګه: $1cm = 1000N$ قبلوو. وروسته د F_2, F_1 او F_3 قوې د قبول شوي مقياسي واحد پر بنسټ، د هغو د کچې او لورې په رعايتولو سره ، د قوو يوې مضلع ته لېږدوو. د قوو دمحصلې اوږدوالى د شکل له مخې له $5.3cm$ سره مساوي دي، نو د پورتني قبول شوي مقياس څخه په ګټې اخيستلو، سره لروچې:

$$R : 1000\,N = 5.3cm : 1cm, R = 5300\,N$$

او هغه زاويه چې محصله يې له افق سره جوړوي له 86° څخه عبارت ده.

د متلاقي قوو د محصلې د پيداکولو الجبري طريقه

که چيرې د F_1 او F_2 دوې قوې پر يوه جسم باندې داسې عمل وکړي چې د اغيزو خطونه يې په خپلو کې د α زاويه جوړه کړي (1-16) شکل. په دې صورت کې د محصلې د لوى والي يا کچې او لورې ټاکلو لپاره، د هغو دوو قوو د وکتورونو متوازي الاضلاع بشپړوو او له مخې يې محصله محاسبه کوو.



(1-16) شکل

د $O\hat{D}C$ په قايم الزاويه مثلث کې ليدل کېږي چې:

$$OC^2 = R^2 = OD^2 + DC^2 ....1$$

$$OB = F_1 \quad , \quad OD = OB + BD = F_1 + BD$$

اوس که چیرې د(OD)قیمت په 1 رابطه کې وضعه کړو، نو:

$$R^2 = (F_1 + BD)^2 + DC^2$$

$$R^2 = F_1^2 + 2F_1 \cdot BD + BD^2 + DC^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2$$

د $B\hat{D}C$ قایم الزاویه مثلث له مخې لیکلای شو چې:

$$BC^2 = F^2{}_2 = BD^2 + DC^2$$

اوس د $BD^2 + DC^2$ پر ځای د هغو مساوي اندازه یعنې (F_2^2) په 2 رابطه کې وضع کوو:

$$\vec{R}^2 = F_1^2 + 2F_1 \cdot BD + F_2^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 3$$

د $B\hat{D}C$ له مثلث څخه د BD قیمت پیدا کوو او په 3 رابطه کې یې وضع کوو:

$$BD = \vec{F}_2 \cdot \cos\hat{\alpha}$$

$$\vec{R}^2 = (\vec{F}^2{}_1 + 2\vec{F}_1 \cdot \vec{F}_2 \cos\hat{\alpha} + \vec{F}_2{}^2)$$

$$\vec{R} = \sqrt{F_1^2 + F^2{}_2 + 2F_1 \cdot F_2 \cdot \cos\hat{\alpha}}$$

موږ ویلي وو چې د محصله قوې کچه د هغې زاویې په لویوالي پورې اړه لري چې د دوو قوو ترمنځ واقع ده. اوس د $\vec{R}$ د محصلې قیمت نظر د $\hat{\alpha}$ قیمت ته تر مناقشې لاندې نیسو.

1. که چیرې $\hat{\alpha} = 90^\circ$ وي، نو $\cos 90^\circ = 0$ دی او لرو چې:

$$\vec{R} = \sqrt{\vec{F}^2{}_1 + \vec{F}^2{}_2 + 2\vec{F}_1 \cdot \vec{F}_2 \times 0}$$

$$\vec{R} = \sqrt{\vec{F}^2{}_1 + \vec{F}^2{}_2}$$

$$\overrightarrow{R^2} = \vec{F}^2{}_1 + \vec{F}^2{}_2$$

2. که چیرې $\alpha = 180^\circ$ وي، نو $\cos 180^\circ = -1$ دی او کولای شو چې و لیکو:

$$R = \sqrt{F^2{}_1 + F^2{}_2 + 2F_1 \cdot F_2(-1)}$$

$$R = \sqrt{F^2{}_1 + F^2{}_2 - 2F_1 \cdot F_2}$$

$$R = \sqrt{(F_1 - F_2)^2}$$

$$\vec{R} = \vec{F}_1 - \vec{F}_2$$

3. که چیرې $\hat{\alpha} = 0^\circ$ وي، په دې صورت کې $\cos 0^\circ = 1$ دی او:

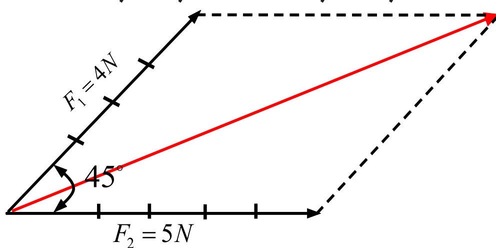
$$R = \sqrt{F^2{}_1 + F^2{}_2 + 2F_1 \cdot F_2(+1)}$$

$$R = \sqrt{F^2{}_1 + F^2{}_2 + 2F_1 \cdot F_2}$$

$$R = \sqrt{(F_1 + F_2)^2}$$

$$R = F_1 + F_2$$

مثال: لاندې شکل په نظر کې ونیسئ ، د قوو محصله د هغې رابطې په مرسته چې تاسې زده کړېده محاسبه کړئ:



حل:

$$\vec{F}_1 = 4N$$

$$\vec{F}_2 = 5N$$

$$\hat{\alpha} = 45^\circ$$

$$\cos 45^\circ = 1/\sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

نو لرو چې:

$$R = \sqrt{F^2{}_1 + F_2{}^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cos\alpha}$$

$$= \sqrt{(4^2) + (5^2) + 2 \times 4 \times 5 \times \frac{\sqrt{2}}{2}}$$

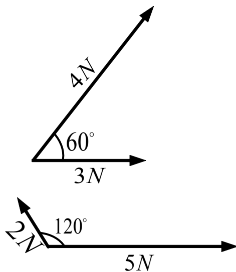
$$R = \sqrt{16 + 25 + 20\sqrt{2}} = \sqrt{41 + 20\sqrt{2}}$$

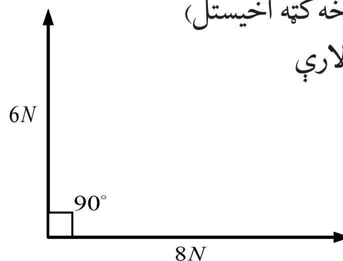
$$R = \sqrt{41 + 20 \times 1.414} = \sqrt{41 + 28.28} = \sqrt{69.28} = 8.32N$$

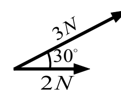
پوښتنه:

لاندې شکلونه په نظر کې ونیسئ چې په هغوی کې قوې په هغه اندازه چې ورکړل شوي دي، تر مختلفو زاویو لاندې په جسم باندې عمل کوي. د قوو د محصلې اندازه او لورې په لاندې دووطریقو سره لاسته راوړئ:

1. محاسبوي طریقه (له فورمول څخه ګټه اخیستل)
2. د متوازي الاضلاع د بشپړولوله لارې

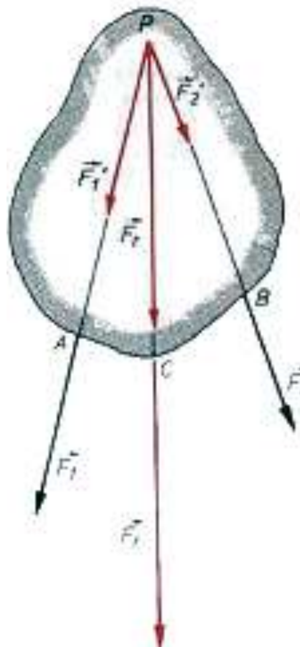






هغه قوې چې د یوه جسم په مختلفو نقطو اغېزه کوي:

مورږ په تېر لوست کې د متلاقي قوو اغیزه چې پر یوه جسم باندې په مختلفو وضیعتونوکې عمل کوي، مطالعه کړې. همدا رنګه مو په ترسیمي او محاسبوی لارو د محصلې له پیداکولو سره هم آشنایي تر لاسه کړه.



(1-17) شکل

یوبل حالت چې ډېر ځله په تخنیکي پیښوکې را منځ ته کېږي، هغه حالت دی چې که چیرې دوې قوې د یو جسم په دوو نقطو عمل وکړي، څنګه کولای شو چې محصله یې په هندسي توګه لاس ته راوړو؟ په (1-17) شکل کې لیدل کېږي چې د $\vec{F}_1$ او $\vec{F}_2$ دوې قوې دیو جسم پر A او B نقطو عمل کوي.

دا دوې نقطې مختلف موقعیتونه لري. څنګه کولای شو چې د دې دوو قوو محصله لاس ته راوړو؟ په تېرو درسو نوکې مو ولوستل چې:

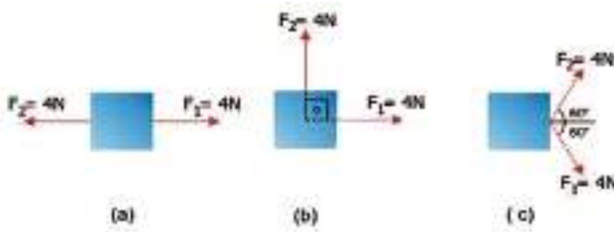
کولای شو یوې قوې ته د هغې د اغیزې پر خط د ځای بدلون ورکړو، داسې چې په مقدار او لوري کې یې هیڅ ډول بدلون رامنځ ته نشي . د همدې قاعدې په مرسته، د دواړو قوو د اغیزو خطونوته دP تر نقطې پورې امتداد ورکوو، ترڅو چې یو او بل قطع کړي. د P له نقطې څخه د هرې قوې د اغیز پر خطونو، له هغو سره مساوي قوې جلاکوو چې $\vec{F}_1$ او $\vec{F}_2$ دي. د محصله قوې د پیداکولو لپاره د متوازي الاضلاع له قاعدې څخه کار اخلو چې د $\vec{F}_r$ محصله قوه لاس ته راځي. دا محصله د $\overline{PC}$ د اغیزې خط لرونکې ده او د محصلې د اغېز نقطه کولای شو په کیفي ډول د هغې د اغېز پر خط د بېلګې په ډول د C په نقطه کې وټاکو. لکه څنګه چې په شکل کې $\vec{F}_r$ محصله ښیي.

له دې عملیې څخه دا پایله هم لاس ته راځي چې د محصلې قوې اندازه او لوری به همدومره وای که چیرې پر یوه جسم د قوې اجزاوو (مرکبو) په عین نقطه کې اغېزه کړې وای.

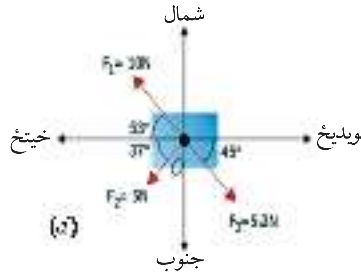
تمرينونه:

1. د قوو محصله څه شی ده؟ د یوې محصلې قوې د تشکیل لپاره لړترلړه د څو قوو شتون اړین دي؟ او د رياضي له نظره يې محصله څنګه په نښه کړې ده؟

2. د هغه شمېر قوو لوېوالی او لوري چې پر یوه جسم عمل کوي د (a، b او c) په شکلونو کې ورکړل شوي دي. د هر ورکړ شوي حالت لپاره محصله قوه پیدا کړئ.



3. د (d) په دیاګرام کې درې قوې پر یوه جسم عمل کوي. هغه محصله قوه چې پرجسم واردیږي د متوازي الاضلاع په طریقې رسم کړئ.



3-1: د نقطه يي کتلې تعادل

مخکې له دې چې د تعادل په اړه وغږیږو، اړینه ده چې د نقطه يي کتلې په هکله لنډې څرګندونې وکړو. موږ له تېرو لوستونو څخه، د یوه جسم کتله پیژنو او پوهیږو چې کتله د هغو موادو له اندازې څخه عبارت ده چې په جسم کې ځای شوي وي او د اندازه کولو واحدیې کیلوګرام دی چې په عملي ډول یې یوکیلوګرام کتله د یولیتر خالصو اوبو په $4^{\circ}C$ تودوخه کې قبوله کړې ده. یوه بله اصطلاح چې د فزیک د علم په ټاکلو برخو کې پکاریږي، له نقطوي کتلې څخه عبارت ده چې د آسانتیا راوستلو لپاره، د فزیک د علم د پرا بلمونو او مسایلو په حل کې ورڅخه ګټه اخیستل کیږي.

نقطوي کتله د يو ايډيال جسم له هغې کتلې څخه عبارت دی چې ګواکې د نوموړي جسم د جوړښت لپاره ټول کاريدلي مواد، په يوه نقطه کې متمرکز يا را ټول شوي وي. له دې تعريف څخه معلوميږي چې نقطوي کتله واقعي شتون نه لري او يوازې د محاسبا تو د ترسره کولو او مسايلو د حل لپاره په فرضي توګه منل شوې ده، اوس نو دا پوښتنه را پيدا کيږي چې عملاً څنګه کولای شو، يوه نقطوي کتله مجسمه کړو او د نقطوي کتلې رول د فزيکي مسايلو (پرابلم) په حل کې څه دی؟ هر حقيقي جسم چې جسامت (لويوالی) او شکل يې، د يوې ميخانيکي مسئلې د مطالعې پر مهال رول و نه لري او له نظره د غورځيدو وړ وي، کيدای شي د يوه جسم يا نقطوي کتلې په توګه ومنل شي.

لاندې بيلګې موضوع ته لا روښانتيا بخښي:

1. د لمر پرشاو خوا د سيارو د حرکت د محاسبه کولو پر مهال، کولای شو سيارې، نقطوي کتلې ومنو.

2. د الوتلو د مدار د محاسبې لپاره ، کولای شو د تينس يو توپ (پنډوسکی) د يوې نقطوي کتلې په توګه ومنو.

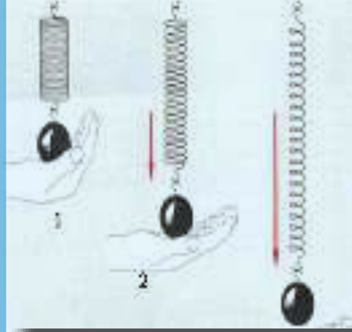
3. د هايدروجن د اتوم د ساده موډل، الکترون او پروتون کولای شو د نقطوي کتلو په توګه ومنو.

بايدووايو چې موږ په عملي ډول د نقطوي کتلو له سيستمونو سره سر او کار لرو چې هر سيستم د ګڼ شمېر نقطوي کتلو لرونکي دي. د بيلګې په ډول: غازونه، مايعات، ارتجاعي (الاستيکي) اجسام، جامد اجسام، اتومونه، ماليکولونه، د سياراتو سيستم، دا ټول په ځانګړو او ټاکلو برخو کې د نقطوي کتلې په توګه منل کيدای شي.

د يوې قوې د اغيزې په وړاندې د يوه جسم د عکس العمل تعادل: موږ وړاندې له قوې او د هغې له اغېز و او ډولونو څخه وغږيدو او ومو ويل چې قوه هغه عامل دی چې کله پر يوه جسم اغېز وکړي، کولای شي، د يوه جسم د حرکت په حالت کې بدلون راولي او يا د جسم د شکل د بدلون لامل شي. موږ پر يوه جسم د قوې له اغېز و څخه خبرې وکړې، خو د قوې د اغېز په وړاندې مود جسم د عکس العمل په هکله تر اوسه څه نه دي ويلي. موږ تر دې مهال په دې اړه څه نه دي ويلي چې کله چيرې يوه قوه پر يوجسم عمل وکړي، آيا جسم د نوموړي قوې د اغېز په وړاندې څه ډول غبرګون ښيي؟ او يا کله چې يو جسم د سکون په حالت کې وي، دا معنا لري چې هيڅ قوې پرې اغيزه نه ده کړې؟ تاسې پوهيږئ چې هر جسم وزن لري چې هغه يې د ثقل د قوې په نامه نوملی، بله پوښتنه داده چې آيا کولای شو د يوه جسم د وزن د قوې اغيز پر نوموړي جسم له منځه يو سو؟ د دې پوښتنې د ځوابولو لپاره لاندې فعاليتونه ترسره کوو:



فعالیت:



(1-19) شکل

1. یو جسم له یوه فنر څخه ځړوو، داسې چې لاندې ترې خپل لاس ونیسو، د جسم د وزن قوه حس کړو (1 حالت)

2. ډېر ورو ورو خپل لاس مخ په کښته ټیټوو، د سپکوالی یوڅه احساس کوو او ورسره سم فنر د جسم د وزن د قوې له امله اوږدیږي (2 حالت).

3. فنر یو ټاکلي موقیعت ته په رسیدو، نور نه اوږدیږي او جسم په آزاد حالت په فنرکې ځوړند پاته کېږي (3 حالت).

خو جسم ، نورنشي کولای فنر مخ کښته راوکاږي؟

د دې پوښتنې د ځوابولولپاره په لاندې توګه دویم فعالیت ترسره کوو.



فعالیت:

یو جسم (کم وزنه) د تار په مرسته له یوه فنر څخه ځړوو. لیدل کېږي چې جسم د وزن له کبله کش او اوږدیږي او بیا په یوه ټاکلي موقعیت کې د آرامتیا او سکون حالت ته رسیږي.

کله چې جسم د سکون حالت ته راځي،سمدستي تار د قیچي په مرسته د شکل په څېر قطع کوو. څه پېښیږي؟ د قوې دوې اغیزې لیدل کیږي.

1. کوچنی وزن پر ځمکه لوېږي

2. فنر په چټکۍ سره پورته خواته راټولیږي او لومړني حالت ته ورګرځي له دې وضعیت څخه کولای شو، پایله تر لاسه کړو چې دوې قوې باید په کارکې ورګډې وي.

a- د وزن قوه ، کوچنی وزنه چې په فنر پورې ځړېدلې ده.

b- هغه قوه چې وېې کولای شول فنر بیرته خپل لومړني حالت ته راوګرځوي چې دې قوې ته د بېرته ګرځوونکې قوې نوم ورکوو.



(1-20) شکل

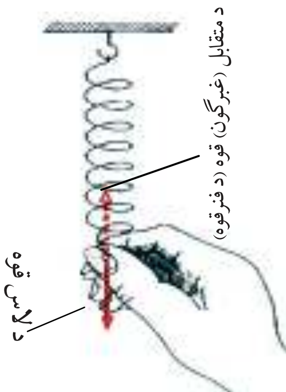
اوس پورتنی پوښتنې ته چې ولې فنر د مخکیني فعالیت په آخره مرحله کې د وزن د اغیز له امله ، نور اوږد نه شو، ځواب ورکولی شو او دې پایلې ته رسیږو چې خومره چې د جسم د وزن له امله د فنر اوږدوالی زیاتیږي، هومره، فنر د بېرته ګرځېدو زیاته قوه ښیي. چې دا بیرته ګرځوونکې قوه د کوچنی وزنې له وزن سره مخالف لوري لري. که چیرې دواړه قوې یعنې د وزنې وزن او دفنر بېرته ګرځېدو قوه سره مساوي شي. په دې حالت کې فنر نور نه اوږدیږي او د سکون حالت غوره کوي، په دې وخت کې ویلی شو چې: دجسم د وزن قوه د فنر له بېرته ګرځوونکې قوې سره برابره ده او څرنګه چې د فنر د بیرته ګرځوونکې قوه د کوچنی وزنې وزن په مقابل لوري کې د متقابلې قوې په توګه عمل کوي، نو ویلی شو چې:

د وزن قوه = متقابله قوه

متقابله قوه

تاسو د پورتنیو تجربو له مخې د متقابل عمل (عکس العمل) دقوې له مفهوم سره بلدشوئ او اوس پوهیږئ چې دا قوه د تعادل د حالت په رامنځ ته کولو کې اغیز منه ده.

که چیرې یو جسم د هغې قوې د اغیز په لور حرکت ونه کړي چې په هغه یې عمل کړی، په دې حالت کې قوه یوازې په جسم کې د شکل د بدلون سبب ګرځي. وروسته له دې چې په جسم کې د شکل بدلون رامنځ ته شو، جسم بیرته که څه هم دقوې اغیز دوام ولري، لومړني یعنې د آرامتیا حالت ته راګرځي اوهغه قوې چې له بهر څخه یې پر جسم عمل کړی دی، نشي کولای پر جسم د نوې اغیزه لامل شي، ځکه چې بله قوه چې د مقابل جسم د اتصال له ځایه، لکه د یوال، میز او نور پر جسم عمل کوي، د بهرنۍ قوې اغیز خنثی کوي، یعنې هغه په تعادل کې راولي.



(1-21) شکل

هغه قوه چې پر جسم د اغیز کوونکې قوې اغیزه خنثی او د جسم د تعادل یا توازن سبب ګرځي، د متقابلې قوې په نامه یادیږي. په شکل کې لیدل کیږي هغه عامله قوه چې لاس ته راغلې د فنرله متقابلې قوې سره خنثی کیږي او فنر د تعادل حالت ته راولي. په دې نمایش او په راتلونکې تجربې کې کولای شو متقابل قوه په خپل لاس حس کړو. عامله قوه او متقابله قوه پخپلوکې سره مساوي دي، خو جهتونه یې مخالف دي. عامله قوه یا هغه قوه چې له بهره پر جسم وارده شوې، نور نشي کولای د اغیز لامل وګرځي. ځکه چې اغیز یې د متقابلې قوې چې د کلك او غبتلي جسم لخوا عمل کوي، خنثی او د هغې د تعادل سبب ګرځي.

بحث وکړئ

یوه د لرګي تخته چې له شکل سره سم یې دواړه سرونه پر یوه جسم تکیه شوي دي او دلاس په واسطه یې پر منځنۍ برخه قوه وارده شوې ده. لیدل کیږي چې تخته له کوږوالی سره چې دلاس د قوې له امله یې ترلاسه کړی، مقابله کوي. ترڅو بیرته خپل لومړني حالت ته را وګرځي.ولې داسې پیښیږي؟په دې برخه کې د خپل ګروپ له غړو سره خبرې وکړئ او د خپلو بحثونو پایلې د ټولګي مخې ته وړاندې کړئ

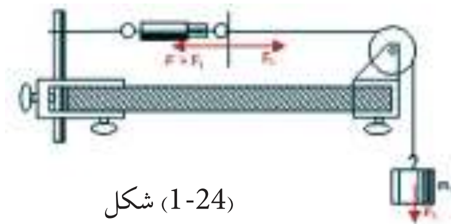


(1-22) شکل

متقابله قوه یا د مخالف عکس العمل قوه (Reaction force) تل د عمل له قوې (Action force) سره مساوي ده، خو په مخالف لوري. باید وویل شي که چېرې یو جسم په یوې کلکې نقطې پورې وتړو، د عکس العمل قوه د اتصال په نقطه کې ، په خپله رامنځ ته کېږي . په دې معنا چې دیوې قوې اغیز، د عکس العمل دقوې له پیداکېدو پرته ناشونې ده. د دې موضوع لاروښانتیا دلاندې تجربوپه لومړیو اودویمو حالتونو کې په ښه توګه لید لای شئ.



(1-23) شکل



(1-24) شکل

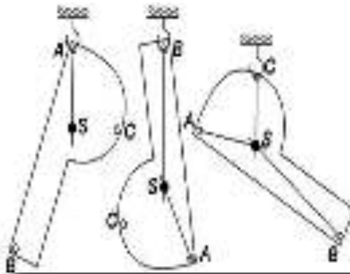
لومړي حالت
پر تار د را ښکلوقوه د دځړېدلو وزنو پرمټ

دویم حالت
پرتار د را ښکلو قوه د یو ځړېدلي وزن پر مټ

په لومړني حالت کې هم د عمل قوه او هم د عکس العمل قوهF_1 اوF_2 دواړه د دووځړېدلو وزنونو په مرسته، منځ ته راځي. په دویم حالت کې، هغه قوه چې له میلې سره د اتصال له امله منځ ته راځي، د عکس العمل د هغې قوې له امله چې د (F_2) ځړېدلي وزن په واسطه رامنځ ته شوې ده، وزن یې په تعادل کې راوستی دی. د پورتنیو ځرګندونو په پایله کې د تعادل د مفهوم لنډیز دا رنګه وړاندې کولای شو:
کله چې یوه قوه پر یوه جسم چې په یوه نقطه کې کلک تړل شوی وي، اغیزوکړي، دا جسم یوازې د همدې قوې تر اغیز لاندې نه وي، بلکې یوه بله قوه هم پرې اغیزه لري، چې هغه عبارت د عکس العمل له قوې څخه ده، څرنګه چې دا دواړه قوې یو د بل اغیزې په متقابله توګه له منځه وړي، نو له دې کبله هیڅ ډول حرکت منځ ته نه راځي او یوازې د متقابل عکس العمل قوې په منځ ته را تلو سره په جسم کې بدلون منځته راځي. که چیرې عامله او متقابله قوه چې هغوی ته د عمل او عکس العمل قوه هم وایي چې د مساوي کچې لرونکې او لوري یې مخالف وي، دو اړه قوې کولای شي د جسم د شکل د بدلون په حالت کې پاتې شي، په بل عبارت سره داسې وایو: قوې په تعادل کې دي . همدا ډول قانونمندي د دوو یاله دووڅخه د زیاتو قوو د عمل کولو پرمهال هم صدق کوي. په دې معنا، کله چې دوه یا له دوو څخه زیاتې قوې پر یوه جسم اغیز وکړي او د جسم د حرکت په حالت کې د بدلون لامل نشي، یا دا چې پر جسم عاملې قوې، یو دبل اغیزې خنثی کړي، په دې صورت کې ویلی شو چې جسم یا قوې د تعادل په حالت کې دي.
باید پام وکړو، هغه ټول شیان او اجسام چې زموږ په محیط او چاپیر یال کې دي، تقریباً ټول د سکون په حالت کې دي. دسکون په حالت کې د هغو شتون، له دې کبله ندی چې ګواکې هیڅ ډول قوه پرې اغیز نه کوي، بلکې د سکون دلیل یې دادې چې ټولې قوې یو دبل اغیز له منځه وړي او اجسام یې د تعادل په حالت کې راوستي دي.

په جسمونو کې د تعادل حالتونه او پایښت (ثبات)

مخکې له دې چې د تعادل او پایښت د حالاتونو د ډولونو په هکله یوڅه و وایو، اړینه ده چې دا په یاد راوړو چې په پخوانیو درسونوکې مو په اجساموکې د ثقل د مرکز په هکله یو شمېر مطالب زده کړې وو. اوس د تعادل او د هغې د ډولونو د مفهوم د ښه درک او همدا رنګه د اجسامو د پایښت د حالاتو دپېژندنې لپاره، اړینه ده چې په لنډه توګه د ثقل مرکز په هکله دویم ځلې یادونه وکړو. که چیرې د (1-25) شکل په څېر یو جسم له مختلفو نقطو (B،A او C) څخه و ځړوو، و به ګورئ چې جسم له یو نوساني لنډ حرکت څخه وروسته یو ټاکلي حالت غوره کړي. پام وکړئ چې د جسم پر مخ یوه ثابته (د S نقطه) شتون لري چې خپل موقعیت ته په هر حالت کې بدلون نه ورکوي. دا ثابته نقطه د جسم دټولو ذرو دثقل د قوو دمحصلې د اغېز نقطه ده، ځکه چې په جسم کې یوازې یوه نقطه په دې خاصیت شتون لري چې که جسم په هر موقعیت کې د ثقل دقوې د دوران مومنت، په یو عمودي موقعیت کې د هغې قوې د اغېز تر نقطې لاندې قرار نیسي چې ترې ځړېدلی دئ.



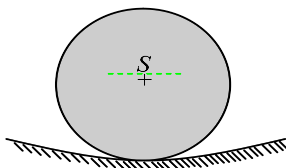
دا چې د ټول جسم د ثقل مجموعي اغیز په دې نقطه کې دی دا نقطه د جسم د ثقل د مرکز په نامه یادوي او هغه خطونه چې له دې نقطې څخه تیرېږي، د ثقل د خطونو په نامه یادیږي. کیدای شي داسې فکر وکړو چې د جسم ټوله کتله د دې جسم د ثقل په مرکز کې متمرکزه شوې ده.

(1-25)شکل
د یو جسم دثقل د مرکز ټاکل

د تعادل حالتونه:

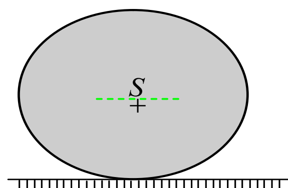
د ثقل د مرکز پیژندل له موږ سره مرسته کوي چې د تعادل حالتونه په آسانه توګه تر مطالعې لاندې ونیسو. یو جسم هغه مهال د تعادل په حالت کې دی چې پرې د قوو د اغیزو له شتون سره سره بیاهم د سکون په حالت کې واقع وي. څرنګه چې په هر جسم کې د ثقل قوه یاد ځمکې د جاذبې قوه د هغې د ثقل په مرکز عمل کوي او جسم ښکته خواته راکاږي، نو له دې امله د تعادل حالت هغه وخت رامنځ ته کیدای شي چې د ثقل مرکز ونشي کولای مخ په ښکته حرکت وکړي. که چیرې یو جسم په یوې نقطې پورې نه وي تړل شوی، بلکې په خپله ښکتنی سطحه قرار ولري، د دې جسم د ممکنه حرکتونو لپاره، لاندې درې حالتونه مطالعه او یوله بله یې توپیر کولای شو.

لومړی حالت: کله چې یو جسم د یوې قوې د اغیزې له امله د تعادل له حالت څخه خارج کړای شي او وروسته له دې چې د قوې د اغیز له قید څخه آزاد کړل شي، وکولای شي بېرته خپل لومړني حالت ته وګرځي. یو مخروط چې پر خپلې قاعدې د ځمکې او یا د مېز پر مخ ایښودل شوی دی، یا یو کروي جسم چې د یو مقعر لوښي په منځ کې ایښودل شوی وي، د دې حالت بیلګې راښیي، دې ډول تعادل ته پایدار باثباته (stable) تعادل وایي. دغه ډول تعادل په ټولو هغو حالتونو کې په کارېږي چې ورته اړتیا ده چې شیان د سکون په داېمن حالت کې کیښودل شي.



(1-26) شکل
پایښت لرونکي تعادل

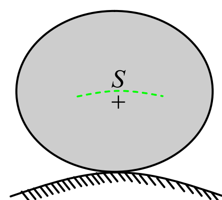
دويم حالت: په ټولو هغو حرکتونو کې چې د جسم د ثقل مرکز لوړوالی د حرکت په وخت کې د قاعدې له سطحې څخه بدلون ونکړي او جسم پخپل نوي موقعیت کې بیاهم د تعادل په حالت کې راشي یعنې خپل د تعادل حالت وساتي (لکه یو پنډوسکی او یا مخروط چې په خپل یوه اړخ پر مېز کېښودل شي)، دغه ډول تعادل ته بې توپیر یا (indifferent) تعادل وايي. د تعادل له دې ډول حالت څخه هغه مهال ګټه اخیستل کېږي چې د دې اړتیاوي چې شیان متحرکه وي. لکه په ټرانسپورټي وسایطو او یا په دوراني محورونوکې:



(27-1) شکل
بې توپیره تعادل

دریم حالت: که چیرې جسم په ډېر کم حرکت، د تعادل له حالته بې ځایه شي او ونشي کولای چې بېرته خپل لومړني حالت ته راوګرځي، دې تعادل ته بې ثباته تعادل وايي. د بیلګې په ډول: که چیرې یوه کوچنۍ کره د یوه جسم په ډېره لوړه نقطه او یا د محدبې سطحې په پورتنۍ برخه کې کېښودل شي او یا یو مخروط چې د رأس لخوا پر ځمکه تکیه شوی وي.

دغه جسمونه د (28-1) شکل په څېر له لږ څه ټکان یا لړزې سره د تعادل له حالت څخه وزي، له همدې امله د تعادل ناپایداره حالت له تخنیکي اړخه د استعمال ځای نلري.



(28-1) شکل
پایښت نه لرونکي تعادل



پوښتنه:

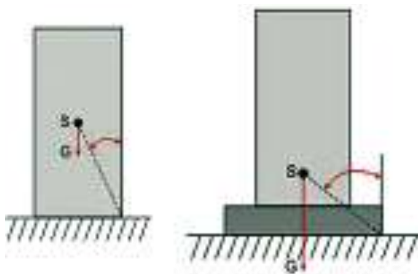
یو خط کش د a، b او c په درو حالتونوکې ، د شکل په څېر له مختلفو نقطو څخه پر یوې پایې ځړول شوی دی، خط کش په پورتنیو وضعیتونوکې په پایدار، بې توپیره او ناپایداره حالتونو کې لیدل کېږي. دهر یوه حالت ځانګړنې بیان کړئ.



ثابتوالی (پایښت)

هغه جسمونه چې د ثقل مرکزیې د هغو د اتکاله لاندینی سطحی څخه پورته واقع وي او د ثقل له مرکز څخه یې عمودي خط د هغو د اتکا له سطحې څخه بهر نشي، د تعادل په ثبات او داړمن حالت کې دي، څکه چې د چپه کېدو پر مهال یې د ثقل د مرکز موقعیت بدلون مومي او پورته ځي. په یوه جسم کې ثبات تل عین قیمت نلري، یو جسم (یو مکعب مستطیل) که پخپله لویه جانبې سطحه اتکا ولري، د یو پایدار قیمت لرونکی دی، په داسې حال کې که په خپلی وړې جانبي سطحې اتکاولري، ثبات یې بل قیمت اخیستلای شي.

څومره چې د یوه جسم د ثقل مرکز ښکته، د جسم وزن زیات او د اتکا سطحه یې لویه وي، پایداري یې زیاته وي. له ویل شوو دریو شرطونو څخه ډېر ځله د جسم د ثبات د ډېرولو لپاره گټه اخلي. که چیرې، لکه په شکل کې چې لیدل کېږي، د یوه جسم په کښتنۍ برخه کې یوه درنه او پلنه پایه ور زیاته کړو، د جسم د ثقل مرکز موقعیت لاندې لوېږي، د جسم وزن زیاتیږي او په پایله کې د جسم ثبات زیاتیږي.



(1-29) شکل

1-4: د قوې مومنت (تورک)

موږ پوهیږو چې قوې، په مختلفو ښوکولای شي پر جسمونو اغیزه وکړي، د بیلگې په ډول: متلاقي قوې چې مخکې مو د هغې محصله هم په هندسي ډول او هم په محاسبوي توگه پیداکړه او یوه شوو د دوو او یا له دوو څخه د زیاتو متلاقي قوو د محصلې کچه د هغې زاویې پر اندازې پورې اړه لري چې د دې قوو د اغېز د خطونو تر منځ جوړیږي. موږ ولیدل چې که چیرې یوه قوه پر جسم اغېز وکړي، جسم د هغې په وړاندې عکس العمل ښیي، له همدې ځایه د متقابلې قوې په شتون وپوهیدو. د تعادل د حالت په پیدا کېدو کې د متقابلې قوې په نقش هم پوه شو. له ویل شوو مطالبو څخه څرگندیږي چې قوه په پورتنیو بیلو حالتونو کې، پر جسم ځانگړې اغیزې واردوي. په اکثرو حالتونو کې چې قوه پر جسم اغېز کوي، کولای شي د یو اوږدوالي په امتداد کې د جسم د حرکت سبب شي. خو دقوې اغیزې کولای شي، پر جسم یوبل ډول حرکت هم ورزیات کړي. دبیلگې په توگه یو جسم په نظر کې ونیسئ چې پر یوه محور تکیه ولري، کله چې قوه پرې اغېز کوي، په دې حالت کې، قوه جسم د یو محور پر شاو خوا په دوراني حرکت څرخوي. هغه اغېز چې د قوې په واسطه په دوراني حرکت کې څرگندیږي، دقوې د مومنت په نامه یادیږي. د دوران مومنت د تورک په نامه هم یادیږي. د قوې مومنت په M او تورک د (τ) په یوناني توري ښیي.

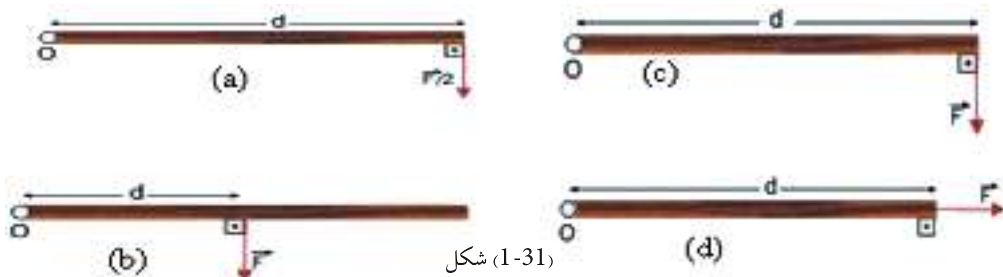
د لاندې بیلگې په وړاندې کولو سره د قوې د مومنت مفهوم په هکله نوره رڼا اچوو:

گرانه ده چې یو پیچ د لاس په مرسته ښه کلک کړو. په داسې حال کې چې کولای شو هغه د یوه رېنچ په مرسته په آسانی سره کلک کړو. ددې لامل دادی چې رېنچ یو لویه دوراني اغیزه جوړوي.



(1-30) شکل د پیچ ټینګول د رنج په وسیله

هغه قوه چې یو جسم د یوې نقطې پرشاو خوا په څرخیدو راولي، دغه نقطه د دوران د نقطې په نامه یادیږي. په شکل کې رېنچ ، پیچ په دوران راولي. یوه قوه کولای شي مختلف مومنتونه چې دقوې د اغېز نقطې په موقعیت اولوري پورې اړه لري، پر یوه جسم وارده کړي. موږ په لاندې شکل کې څلور حالتونه لیدلې شو. د دې څلورګونو حالتونو په هر یوه حالت کې میله په ازاده توګه د (O) نقطې پر شاو خوا دوران کولای شي. هغه مومنت چې د a په حالت عمل کوي، لوی دی له هغه مومنت څخه چې پر میلې د b په حالت عمل کوي، په داسې حال کې چې په دواړو حالتونوکې د قوو کچه مساوي ده.



(1-31) شکل

د a او c په شکلونو کې چې قوې په همغه یوه نقطه کې عمل کوي ، څرنګه چې د قوو کچه یوله بلې سره توپیر لري، د دوران هم یوه له بلې سره توپیر لري. هغه مومنت چې پرجسم د d په حالت کې عمل کوي، مساوي له (0) سره دی ځکه چې په دې حالت کې قوه د صفر په فاصلې او زاویې پر جسم عمل کوي او د پایلې په توګه ویلی شو چې هغه اغېز یا مومنت چې قوه یې د دوران په پیښه کې تولیدوي، په درو پارامترونو پورې اړه لري:

1. د قوې کچه

2. دقوې د اغېز دنقطې او دوران د محور ترمنځ واټن او یا هغه فاصله چې جسم یې پرشاو خوا څرخي او د d په توري ښودل شوي دي.

3. هغه زاویه چې د قوې د وکتور او هغه خط ترمنځ چې محور د قوې د اغېز له نقطې سره نښلوي، شتون لري(θ).

که چیرې یوه قوه د پورتني (1-32)شکل په څېر په عمودي ډول د دوران د نقطې پر ارتباطي خط او د اغېز پر نقطې پر یوه جسم عمل وکړي، یعنې $d \perp F$ وي، په دې حالت کې هغه مومنت چې دا قوه یې تولیدوي، اعظمي قیمت لرونکي وي چې دا مومنت په ریاضي کې داسې افاده کوي:

$$M = F \cdot d ....(F \perp d)$$



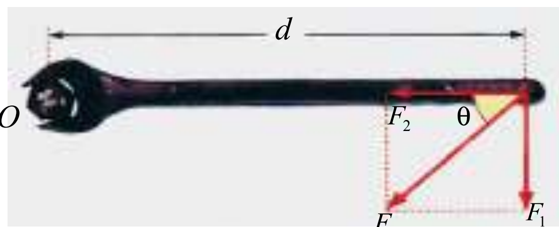
(1-32) شکل، مومنت صفر دي، ځکه چې د قوې د اغیزې کرښه د دوران له ټکې څخه تیرېږي.

که چیرې قوه پر جسم له هغه خط سره چې د قوې د اغېز نقطه د دوران له نقطې سره وصلوي موازي عمل وکړي، یعنې $(F // d)$ وي، په دی صورت کې هغه مومنت چې دا قوه یې تولیدوي، مساوي له صفر سره ده، یعنې: $M = 0$



(1-33) شکل

په عمومي توګه یوه قوه تل په خپلو دوو مرکبو تجزیه کیدای شي چې یوه یې موازي او بله یې پر هغه خط عمود دی چې د دوران نقطه دقوې د اغېز له نقطې سره وصلوي.



(1-34) شکل
کله چې قوه پر جسم باندې عمل کوي او د قوه د تاثیر خط د دوران پر محور عمود وي، نو هغه مومنت چې قوه یې تولید وي، اعظمي دي.

لکه څرنګه چې په (1-34) شکل لیدل کېږي، هغه مومنت چې د $\vec{F}$ قوې په واسطه تولیدیږي، له هغه مومنت سره مساوي دی چې همدې قوې د عمودي مرکبې (F_1) په واسطه چې د دوران محور څخه د قوې د اغیزې نقطې په فاصله عموده ده رامنځ ته کېږي، ځکه چې دویمه مرکبه (F_2) چې د اتصال له خط سره موازي وي، صفردی یعنې: $M = M_1 = F_1 \cdot d$ او $M_2 = F_2 \cdot 0 = 0$

$$M = (F \sin\hat{\theta}) \cdot d \text{ او یا } M = \vec{F} \cdot d \sin\hat{\theta}$$

په پورتنی رابطه کې،θد قوې اوهغه خط تر منځ زاویه ده چې د دوران نقطه د قوې د اغېز له نقطې سره وصلوي.

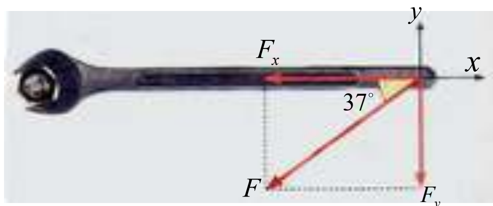
مثال:

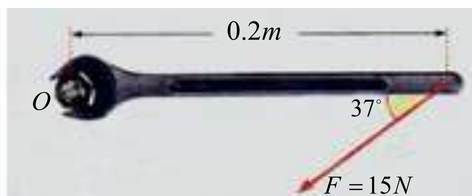
قوه پر یوې میلې چې 0.2 متره اوږدوالی لري، د شکل په څېر عمل کوي، هغه مومنت چې نوموړې قوه يې توليدوي، پيداکړئ. $(\cos 37^\circ = 0.8 \quad \sin 37^\circ = 0.6)$ دی.

حل:

F_x مرکبه قوه د مومنت د توليد سبب نشي کيدای، هغه مرکبه قوه چې د (F_y) د محور په اوږدو چې په رېنج عموده او د ساعت د عقربې په لور دوراني حرکت منځ ته راوړي، دا رنګه په لاس راوړو:

$$F_y = F \cdot \sin 37^\circ \rightarrow F_y = (15N) \times 0.6 = 9N$$
$$M = F_y \cdot d$$
$$M = (9N)(0.2m) = 1.8Nm$$

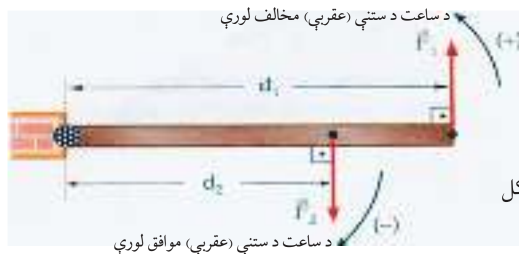




د (1-35) شکل

د محصلې تورک (مومنت) او د دوران لورى

که چيرې يوشمېر قوې پر يوه جسم عمل وکړي، د هغو مومنتونو د جمعې حاصل چې د عين دوراني نقطې په نسبت د دوی د هرې يوې قوې تر اغېزې لاندې منځ ته راځي، د ټولومومنتونو مجموعه يا د جمعې حاصل دی.



(1-36) شکل

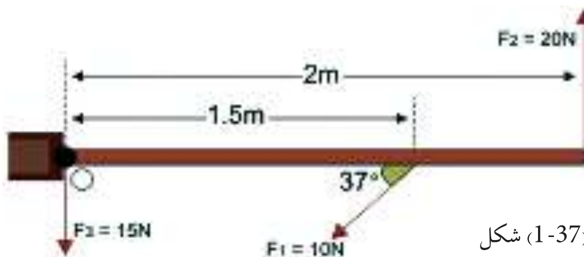
په (1-36) شکل کې د F_1 او F_2 دوې قوې وينو چې پر يوې دروازې يې عمل کړی او په مخالف لوري يې د دوران سبب کېږي. که چيرې د ساعت د ستنې د حرکت مخالف لوری مثبت او د ساعت د ستنې د حرکت لوری منفي و منو، هغه مومنت چې دواړه قوې يې منځ ته راوړي. پر دروازې له محصله مومنت څخه عبارت دی چې داسې حسابيږي.

$$M_1 = F_1 d_1 \qquad \text{او} \qquad M_2 = -F_2 d_2$$
$$M = M_1 + M_2 = F_1 d_1 + (-F_2 d_2)$$

اوس یو ساکن جسم په نظر کې نیسو:
که چېرې د محصلې مومنت پر جسم مثبت وي، نو جسم د مثبت په لور په دوران پیل کوي او که چیرې پر جسم د محصلې مومنت منفي وي،جسم د منفي په لور په دوران پیل کوي،په ځانګړې حالت کې که چیرې مومنت د قوو د عمل لامل صفر وي، یعنې د محصلې مومنت د ساعت د ستنې د ګرځیدو په لورکې مساوي د ساعت د ستنې له مخالف مومنت سره (د مقدار له نظره) وي، په هغه حالت کې جسم په دوران پیل نه کوي.

مثال:

د مقابل (1-37) شکل سره سم درې قوې پریوې دروازې عمل کوي:



(1-37) شکل

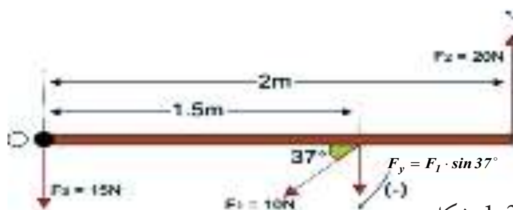
الف: د محصلې مومنت چې پر دروازې عمل کوي،پیداکړئ.
ب: د څلورمې قوې اصغري قیمت محاسبه کړئ چې وکولای شي، د دروازې له دوران څخه مخنیوی وکړي، لوری او د اغیزې نقطه یې مشخصه کړئ.

$$(\cos 37^\circ = 0{,}8 \qquad \sin 37^\circ = 0{,}6)$$

حل:

الف: د F_1 قوې عمودي مرکبه د ساعت د ستنې یو موافق دوران (-) او د F_2 قوه د ساعت د ستنې یو مخالف دوران (+) منځ ته راوړي. د F_3 قوه هیڅ دوران منځ ته نه راوړي، ځکه چې قوه د دوران په نقطه کې عمل کوي، نو له دې سره سم لیکلای شو:

$$M_1 = -F_{1y}d_1 = -F_1 d_1 \cdot \sin\theta$$
$$M_1 = -(10N)(1.5m)0.6$$
$$M_1 = -9Nm$$
$$M_2 = F_2 \cdot d_2 = (20N)(2m) = 40Nm$$



(1-38) شکل

نو د محصلې مومنت د O نقطې پر شا وخوا عبارت دی له:

$$\sum M = -M_1 + M_2 = -9Nm + 40Nm = 31Nm$$

څرنګه چې په دې ځای کې، د محصلې مومنت ، مثبت په لاس راغلی، نو له دې کبله دروازه د ساعت د ستنې مخالف لوري ته څرخې چې قیمت یې 31Nm دی.

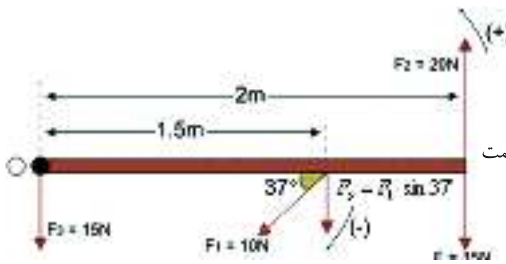
ب: څرنګه چې د محصلې مومنت د ساعت د ستنې مخالف دی او کچه یې 31Nm ده، دا وینا داسې معنا ورکوي. ددې لپاره چې دروازه دوران ونه کړای شي، باید د ساعت د ستنې له لوري سره موافق یو مومنت د 31Nm په کمیت پر هغې اغېز وکړي. هغه اصغري قوه چې دا مومنت تولیدولای شي، د دوران له محور څخه په لرې نقطه یعنې د دوو مترو په واټن د اغېز له نقطې څخه: لرې په عمودي توګه عمل وکړي، نو لرو چې:

$$M_2 = F_{\min} \cdot d$$

$$F_{\min} = \frac{M_2}{d} = \frac{31N \cdot m}{2m}$$

د څلورمې قوې اصغري قیمت $= F_{\min} = 15.5N$

دا قوه باید د F_2 قوې په مخالف لوری اغېز وکړي

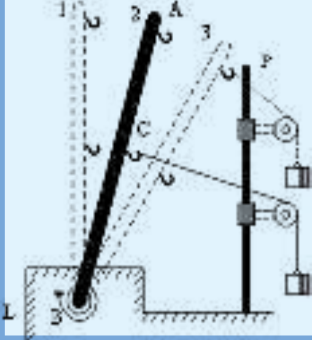


(1-39) شکل

تجربه:

د AB یوه فلزي میله داسې په نظر کې نیسو چې یو لوری یې د L د محور د B په نقطه کې د یو مارپیچ فنر په مرسته ترل شوی دی. په دې میله کې د تار په مرسته و صل شوي چنګکونه چمتو شوی دی او د ا تار د یو ثابت څرخ له مخې تیر یږي چې د P پر پایې ترل شوی دی. د تار په بل انجام کې کولای شو، قوې (وزنونه) و ځړوو. په مقابل شکل کې چې میله په 1 حالت کې ده، هیڅ یوې قوې پرې اغېز نه دی کړی او دوران هم منځ ته ندی را غلی.

په 2 حالت کې ، قوه په منځنی چنګک کې پر میلې اغېز کوي، په دې حالت کې میله په شکل کې یو دوران ښیي. له میلې سره د قوې د اتصال نقطه (د C نقطه) او د دوران تر مرکز (د B نقطې) ترمنځ واټن، د قوې له مټ څخه عبارت دی.



(1-40) شکل

په 3 حالت کې، هم قوه اوهم د قوو مټ زیات شوی دی، دوران هم زیات شوی دی. دا تجربه همدا راز ثابتوي چې د قوې مومنت د قوې د مټ له طول او د قوې له مقدار سره مستقیما متناسب دی. نو دقوې د مومنت لپاره لاندې تعریف وړاندې کولی شو:

که چیرې قوه پر هغه خط چې د هغې د اغېز نقطه د دوران له مرکز سره وصلوي، په عمودي ډول عمل وکړي، د قوې د ضرب حاصل له هغه واټن سره چې د قوې د اغېز د نقطې او د دوران د مرکز ترمنځ واقع ده، دقوې د مومنت په نامه یادیږي.



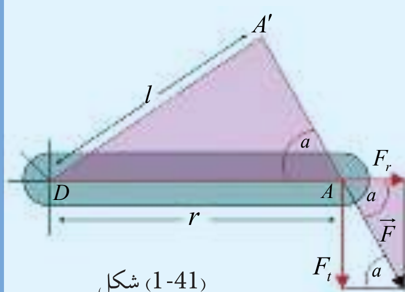
تجربه:

اوس داسې حالت په نظرکې نیسو لکله په (41-1) شکل کې چې ښودل شوی دی. په دې شکل کې وینو چې قوه په مایله توګه پر یوه خط اغېزکوي چې هغه خط، د اغېز نقط A د دوران له نقطې D سره وصلوي، په دې حالت کې قوه، نشي کولای چې خپل بشپړ اغېز څرګندکړي، ځکه چې د قوې د اغېز نقطه پر یوه د ایروي خط د دوران د نقطې پرشاو خوا حرکت کوي ، نو په دې حالت کې، یوازې د F_t د مماس مرکبه (تانجانتي) قوه، دوراني اغېز لري، او د F_r شعاعي مرکبه پر محور د راښکلو د یوې قوې اغېز لري او د قوې مومنت عبارت دی له: $F_t \times r$ که چیرې قوې ته د هغې اغیزې خط په لور د A' تر نقطې پورې د موقعیت بدلون ورکړو چې پر DA' عمود واقع شي، نو په دې صورت کې یې د قوې مومنت د لاندې رابطې په واسطه افاده کیدلای شي: $M = F \cdot L$ په وروستی افاده کې (l) له هغه عمودي طول څخه عبارت دی چې د دوران له نقطې څخه د قوې د اغېز پر خط راکښل کېږي. څرنګه چې دواړه مومنتونه یوله بل سره مساوي دي او هم د دوو نښه شوو مثلثونوله ورته والي څخه په لاس راځي چې:

$$F:F_t = r:l \text{ یا } F \cdot l = F_t \cdot r$$

که چیرې د دوران د مټ پرځای، د l عمود وکاروو، بیاهم هغه تعریف چې د قوې د مومنت لپاره شوی و، په دې حالت کې هم په لاس راوړو.

د قوې مټ (د دوران مټ)، د هغه عمودي خط له اوږدوالي څخه عبارت دی چې د دوران له مرکز څخه د قوې د اغېز پر خط راکښل کېږي. دا تعریف په ټولو حالتونوکې صدق کوي.



شکل (41-1)

د مومنت واحد

که چیرې قوه په نیوټن (N) او واټن په متر (m) اندازه کړو، د قوې مومنت د اندازه کولو واحد له نیوټن متر څخه عبارت دی چې داسې ښودل کېږي:

$$[M] = F \cdot L = [N \cdot m]$$

که چیرې قوه په ډاین (dyne) او واټن په سانتي متر (cm) اندازه کړو، د قوې د مومنت د اندازه کولو واحد له $dyne \cdot cm$ څخه عبارت دی.

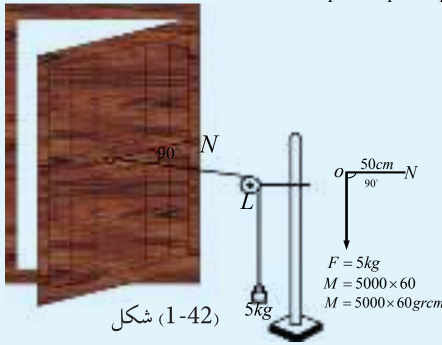


فعالیت:

ددې لپاره چې د قوې د مومنت اغېزه مشاهده او هم دا ثابته کړوچې د قوې مومنت، د قوې او هغې فاصلې (دوران مټ) د حاصل ضرب سره مساوي دی چې د قوې د اغېزې نقطه يې د دوران له مرکز څخه لري. لاندې ساده تجربه په ډلو (ګروپونو) کې عملي کوو چې د دروازې له يوې پلې سره ترسره کېږي. د دروازې يوڅه درنه پله چې له يوه چوکاټ سره ټينګه شوې ده او له چوکاټ سره په تار وصل دی، دا تار د يو ثابت څرخ پولۍ پرمخ تېرېږي، داسې چې د تار يو سر د تلې له يوې پلې سره اړيکه لري. د څرخ مومنت داسې ټاکو چې تار د دروازې پر پلې باندې عمود واقع شي. که چيرې څرخ د L په نقطه کې وي او تار د اتصال نقطه د دروازې له منځنې چوکاټ سره په O او دهغه خط د تقاطع نقطه چې د O نقطه د دروازې د جانبي چوکاټ (لخک) سره وصلوي، په N وښودل شي، د $L\hat{O}N = 90^\circ$ وي. اوس د تلې په پله کې تر هغه وخته پورې وزن زیاتوو چې دروازه په حرکت پیل وکړي. کله چې دروازه په حرکت راځي، په دې معنا دی چې وزن (قوه) د يو مومنت د توليد سبب شوی دی. تر دې وروسته وزن د تلې له پلې څخه را اخلو او د وزن کچه او د ON د واټن اوږدوالی نوټ او ليکو. په دې حال کې که چيرې قوې ته F_1 او د ON فاصلې ته d_1 ووايو، د قوې مومنت په لاندې توګه افاده کوو:

$$M_1 = F_1 \times d_1 ....1$$

دروازه بېرته خپل لومړني حالت ته ورولو. دا ځلې چنګک له خپل لومړني ځای څخه را وباسو او د دروازی پر يوې بلې نقطې چې له چوکاټ او چيراس سره نژدې ده، نصبوو.



شکل (1-42)

په دې حالت کې بیاهم څرخ په داسې موقعيت کې ږدو چې تار پر دروازې عمود واقع شي. وروسته بيا دتلې په پله کې وزن زياتوو، تر هغه پورې چې دروازه په حرکت پيل وکړي. بيا وزن د تلې له پلې څخه را اخلو. د F_2 وزن کچه د ON له طول سره چې دا ځلې په d_2 ښودل کېږي، اندازه کوو. ليدل کېږي چې دا ځلې د دروازې په حرکت راوستلو کې (د قوې د مومنت توليد) له لومړي ځل څخه زيات وزن کاريدلی دی، يعنې:

$$M_2 = F_2 \times d_2 ....2$$

دا کار د دريم ځل لپاره په همدې شرايطو تکراروو او د O د نقطې موقعيت د دروازې له چپر اس سره ډېر نژدې ټاکو او تجربې ته په هغه پخوانی طريقه دوام ورکوو. بياهم د F_3 وزن (قوې) او d_3 واټن له اندازه کولو څخه پايله لاس ته راځي چې په دريم ځل د دروازې په حرکت راوستلو کې، د دويم ځل په پر تله زياتې قوې ته اړتيا وه:

$$M_3 = F_3 \times d_3 ....3$$

د وروستی پايلې لپاره، که چيرې د قوې او واټن د ضرب حاصل چې په هر ځلې لاس ته راغلی دی، يو له بله سره پرتله کړو، ليدل کېږي چې مساوي قيمتونه لري، يعنې:

$$F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2 = F_3 \times d_3$$

$$M_1 = M_2 = M_3$$

ښايي چې د خپل ډله ييزکار پايلې د لا زيات بحث لپاره خپلو ټولګيوالو ته وړاندې کړئ.

1-5: موازي قوې

موږ په پخوانيو درسونو کې د متلاقي قوو په اړه خبرې وکړې او پوه شوو چې څه ډول کولای شو د دوو او یا له دوو څخه د زياتو قوو محصله چې پر يوه جسم يې اغېزه کړې وي او د اغيزې خطونه يې يو بل قطع کړي، حساب کړو.

په دې لوست کې به مطالعه کړو چې دوې موازي قوې پر يوه جسم څه ډول اغېز کوي او څنګه کولاې شو چې محصله يې پيداکړو، د دې موخې لپاره لاندې فعاليتونه تر سره کوو.



د الف فعاليت:

د F_1 او F_2 دوې قوې په موازي او يو د بل خلاف لورې، د قوې سنجوونکي پر يو چنګک د (1-43) شکل په څېر ځړوو. د قوې سنجوونکی اوږدوالی د F_r مجموعي قوې تر اغيزې لاندې اوږدېږي او ښيي چې: $F_r = F_1 - F_2$

د ب فعاليت:

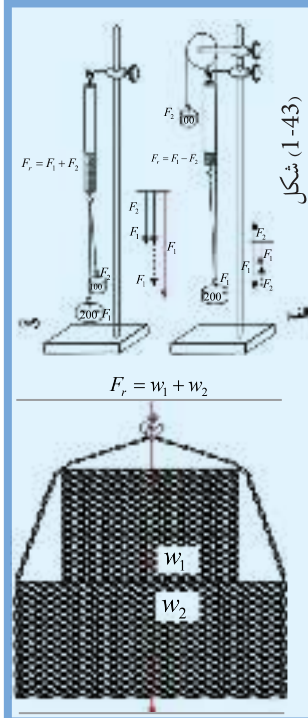
د تجربې دستګاه ته د شکل په څېر (ب،1-43) بدلون ورکوو، داسې چې د F_1 او F_2 قوې يوله بله سره په موازي او يوې لورې (واقع شي). په دې حالت کې قوه سنجوونکی، د F_r محصله قوه په لاندې ډول ښيي:

$$F_r = F_1 + F_2$$

د ج فعاليت:

دوه جسمونه چې د W_1, W_2 معلومو وزنونو لرونکي دي،د (1-44) شکل په څېر يو د بل له پاسه ږدو او دواړه ديو چنګک په مرسته په قوه سنجوونکي لورى ځړوو په قوه سنجوونکي کې د وزنونو د تعادل پر مهال، ليدل کېږي چې قوه سنجوونکی د دواړو جسمونو مجموعي وزن راښيي يعنې:

$$F_r = W_1 + W_2$$



(1-43) شکل

(1-44) شکل

د پورتنيو تجربو مشاهداتو له کتلو سره کېدای شي، دې پايلې ته ورسيږوچې کله چې موازي قوې د يوه جسم پر يوې نقطې عمل وکړي، که چيرې دا قوې يولوري (هم جهت) وي، محصله يې د نوموړو قوو د جمعې له حاصل څخه عبارت دی. که چيرې قوې مخالف لوري ولري،محصله قوه يې د هغو د تفريق له حاصل څخه عبارت ده.

له پورتنيو جملو څخه کېدای شي داسې پايله ترلاسه کړو چې دوې قوې يې هغه مهال د تعادل په حالت کې را تلای شي چې محصله يې مساوي له صفر يعنې $\sum F = o$ سره شي، دا هغه مهال شوني ده چې د دواړو قوو کچه سره مساوي خو لوري يې سره مخالفې وي.

نوموړ کولای شو د یوې قوې د اغېزې نقطه په کیفي ډول د نوموړې قوې د اغېزې پر خط ولیږدوو او دا قاعده د هغو ټولو موازي قوو لپاره چې په یوې نقطې یا په عین خط اغیزه کوی پلې کېږي، نو کولای شو ادعا وکړو چې:

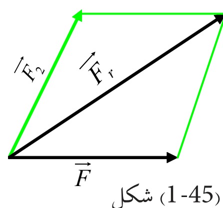
کله چې دوې قوې په همدې یوه نقطه یا په همدې یوه خط کې اغېز وکړي، هغه مهال د تعادل په حال کې را تلای شي چې کچې یې سره مساوي او لوري یې سره مخالفې وي.

د یوې قوې تجزیه

لکه چې وړاندې مو ولوستل، موږ له داسې حالتونو سره مخامخ کېږو چې څو قوې پر یوه جسم اغېزکوي او موږ اړتیا لرو، تر څو د قوو محصله یا نتیجه وپېژنو او هم د هغو کچه پیدا کړای شو. له بل پلوه ویلی شو چې هره هغه قوه چې موږ ورسره سر او کار لرو، کیدای شي په خپله یوه محصله قوه وي چې د دوو یا له هغو څخه د زیاتو قوو له ترکیب څخه لاسته راغلې وي.

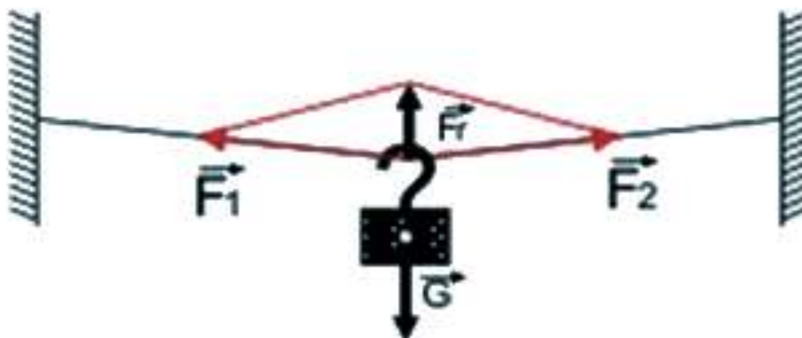
په فزیکي اوتخنیکي پیښوکې ډېرځله له داسې مسایلو سره مخامخ کیږو چې اړیو، تر څو د محاسبو د تر سره کولو لپاره د یوې قوې اجزاوې وپېژنو. یعنې همغسې چې د قوو د محصلې د پیداکولو موضوع با اهمیته ده، دیوې قوې د اجزاوو پیداکول یا په بل عبارت، د قوې مرکبې چې د قوې د ترکیب سبب شوي، هم په همغه کچه ارزښت لري. په دې حالتونوکې معمولاً د جز(مرکبو) قوو لوري ورکول کېږي او کچه (لویوالی) یې پیداکېږي. په هندسي طریقه د مرکبو د پیداکولو لپاره په دې ډول عمل کېږي:

د محصله قوې له انجام څخه هغو خطونو ته موازي ګانې کښل کېږي چې د مرکبه قوو لوری ښیي، په پایله کې یوه متوازي الاضلاع منځ ته راځي چې ضلعې یې مرکبې قوې را ښیي، (1-45) شکل.



(1-45) شکل

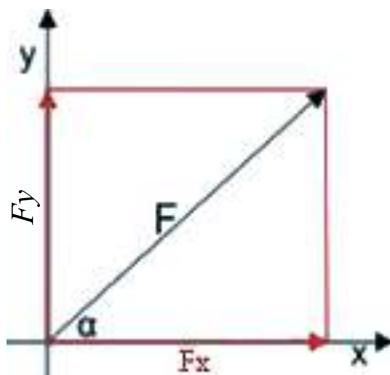
د قوو تجزیه په هغه صورت کې چې لوري ورکړل شوي دي د (1-46) شکل د قوې د تجزیې یو بل مثال په یوه پړي د یوه جسم ځړېدل راښیي او په یو واټ کې د برېښنا زینتي ګروپونه کولای شي د دې ډول یوه غوره بیلګه وي.



(1-46) شکل
د یوې قوې تجزیه د یوجسم په ځړېدلي حالت کې

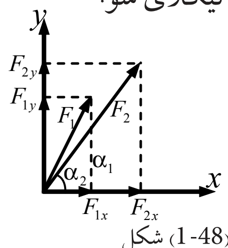
د څو قوو د محصلې الجبري محاسبه

په محاسبوي طریقه د څو قوو د محصلې د لاس ته راوړلو لپاره ، لومړی ټولې قوې د قایم مختصاتو په یوسیستم کې د(x, y) په مرکبو تجزیه کوو، د بیلګې په ډول: د (1-47)شکل قوه را ښیي چې د $F_x = F\cos\hat{\alpha}$ او $F_y = F\sin\hat{\alpha}$ په مرکبو تجزیه شوي دي.



(1-47) شکل

د پورتنی قاعدې پربنسټ د F_1 او F_2 قوې په نظر کې نیسو، مرکبې یې دا رنګه لیکلای شو:



(1-48) شکل
په قایمو مرکبو د F_1 او F_2 قوو تجزیه

$$F_{1y} = F_1 \sin\hat{\alpha}_1 \qquad F_{1x} = F_1 \cos\hat{\alpha}_1$$

$$F_{2y} = F_2 \sin\hat{\alpha}_2 \qquad F_{2x} = F_2 \cos\hat{\alpha}_2$$

$$F_{ry} = F_1 y + F_2 y + \dots \qquad F_{rx} = F_1 x + F_2 x + \dots$$

$$F_{ry} = \sum F_y \qquad F_{rx} = \sum F_x$$

د قوو له مرکبو څخه په ګټې اخیستلو سره کولای شو، محصله قوه او هغه زاویه چې د X له محور سره جوړوي، حساب کړو:

$$\tan\hat{\alpha}_r = F_{ry} / F_{rx} \quad , \quad F_r = \sqrt{F_{rx}^2 + F_{ry}^2}$$

په هغه صورت کې چې تعادل برقراره وي، نو محصله باید له صفر سره مساوي وي، دا موضوع هغه وخت شوني ده چې د محصلې قوې، هره مرکبه له صفر سره مساوي شي یعنې:

$$\sum F_y = F_{1y} + F_{2y} + \dots\dots\dots\dots\dots = 0 \qquad \sum F_x = F_{1x} + F_{2x} + \dots\dots\dots\dots = 0$$

باید پام وکړو چې د قوو د تجزیې اړوند د یوې مسئلې د حسابي حل لپاره ، هغه لارې چې تر ګټې اخېستلو لاندې نیول کېږي چې د وړکړل شوو کمیتونو پر بنسټ توپیرلري.
ډېر ځله کولای شو مطلوبې قوې د مثلثاتو له قاعدو څخه په ګټې اخیستلو د قوو د مضلع له مخې حساب کړو. په نورو حالاتو کې کولای شو د قوو د مضلع تشابه له یو معلوم مثلث سره او یا د قایم الزاویه شکلونو پر مهال د فیثاغورث له قانون څخه ګټه واخلو.

مثال:

1. د یوه سړک په ګولایي کې چې یو برېښنایي موټر پرې حرکت کوي، درې هوایي کیبلونه د برېښنایي ګاډي د پاسني کیبل سره د نښلولو لپاره د یو عمارت د A په یوه نقطه کې تړل شوي دي. د راښکلو(کشش) د قوو کچه او لورې په شکل کې ښودل شوې دي. د مجموعي قوې لورې او کچه محاسبه کړئ.

$$F_1 = 1050N \qquad \hat{\alpha}_1 = 90^\circ \begin{cases} \sin 90^\circ = 1 \\ \cos 90^\circ = 0 \end{cases}$$

$$F_2 = 1500N \qquad \hat{\alpha}_2 = 40^\circ \begin{cases} \sin 40^\circ = 0.6428 \\ \cos 40^\circ = 0.7660 \end{cases}$$

$$F_3 = 1200N \qquad \hat{\alpha}_3 = -20^\circ \begin{cases} \sin 20^\circ = 0.3420 \\ \cos 20^\circ = 0.9397 \end{cases}$$

$F_{1x} = F_1 \cos 90^\circ = 1050 \times 0 = 0$	$F_{1y} = F_1 \sin 90^\circ = 1050 \times 1 = 1050N$
$F_{2x} = F_2 \cos 40^\circ = 1500 \times 0.766 = 1149N$	$F_{2y} = F_2 \sin 40^\circ = 1500 \times 0.642 = 963N$
$F_{3x} = F_3 \cos -20^\circ = 1200 \times 0.9397 = 1127N$	$F_{3y} = F_3 \sin -20^\circ = 1200 \times -0.342 = -410N$
$F_{rx} = 2276N$	$F_{ry} = 1603N$

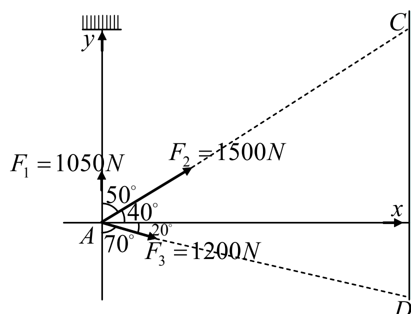
ددې پرېنسټ:

$$Fr = \sqrt{F_{rx}^{\ 2} + F_{ry}^{\ 2}} = \sqrt{2276^2 + 1604^2 N}$$

$$Fr = 2786N$$

او:

$$\tan \hat{\alpha} = 1604/2276 \quad \Rightarrow \quad \hat{\alpha} = 35{,}2^\circ$$



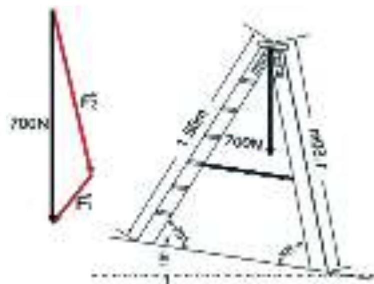
شکل (1-49)

دويم مثال:

د اوسپنيزو پښو يوه زينه د يوې ميلان لرونکې سطحې پر مخ ايښې ده. د يو تن د وزن قوه $W = 700N$ چې د زينه پر يوې پورتنۍ نقطې ولاړه ده، په څه ډول د زينه پر دوو پښو وېشل کېږي؟

حل:

له هغو زاويو څخه چې د ترسيمونو په پايله کې لاس ته راځي، د قوو يوه مضلع په 10°، 30° او 140° زاويو تر لاسته کېږي. د ساين له قاعدې څخه په ګټې اخيستلو ليکلای شو:



شکل (1-50)

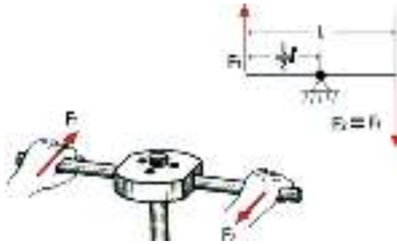
$$\frac{700N}{\sin 140^\circ} = \frac{F_1}{\sin 10^\circ} = \frac{F_2}{\sin 30^\circ}$$

$$\Rightarrow F_1 = \frac{700N \times \sin 10^\circ}{\sin 140^\circ} = \frac{700 \times 0.1736}{0.6428} = \frac{121.52}{0.6428} = 189N$$

$$F_2 = \frac{00N \times \sin 30^\circ}{\sin 140^\circ} = \frac{700 \times 0.5}{0.6428} = \frac{350}{0.6428} = 544.492 \approx 544N$$

1-6: د قوې زوج

هره قوه چې پر يوه جسم اغېز وکړي او جسم د دوران وړتيا ومومي، دا قوه د راکښلو يا د فشار د قوې په توګه د جسم د دوران پر محور عمل کوي. له همدې امله ده چې دا قوه په هغو نقطو کې چې د دوران محور پر هغو تکيه لري، د عکس العمل قوه را منځ ته کوي، په پايله کې دا قوه په عمومي توګه د دوران يو مومنت توليدوي. که چيرې د محور موقعيت ته بدلون ورکړای شي، په عمومي ډول د قوې مټ او د دوران مومنت چې قوه يې منځ ته راوړې هم بدليږي. برعکس کله چې دوې موازي او مساوي قوې چې متقابل لوري ولري، په عمودي توګه په يوه محور او د يوه جسم پر دوو بېلا بېلو نقطو اغېزه وکړي دوی ته د قوې زوج وايي. د قوې په يوه زوج کې دواړه قوې يو د بل اغېز پر محور له منځه وړي، د قوې د يوه زوج د دوران مومنت، صرف نظر له دې څخه چې د دوران محور په کوم موقعيت کې دي، تل همدا يو قيمت لري.

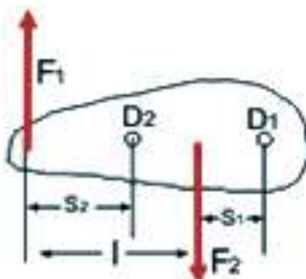

(1-51) شکل
جوړه قوې په يوه چوړي کښنې دستګاه کې

د قوې په يو زوج کې د دوران مومنت د $F_1 = F_2 = F$ قوو لپاره د هغود اغېزو د خطونو ترمنځ د (L) له متقابل واټن سره د لاندې قيمتونو لرونکي دي.

د يوې جوړه قوې د دوران مومنت $= M = F \cdot l$

د شکل له مخې وېلای شو چې که د دوران محور د اغېز د دوو خطونو له يوه خط څخه تېر شي، خو چې د D دوران نقطه له هغو څخه بهر واقع وي، په هغه صورت کې د دوران مومنت په لاندې ډول وړاندې کېدای شي: $M = F_1(l + S_1) - F_2S_2 = F \cdot l$

که چيرې د دوران محور د F_1 او F_2 ترمنځ لکه څنګه چې د D_2 په موقعيت کې واقع وي، مومنت داسې ليکو: $M = F_1S_2 + F_2(l - S_2) = F \cdot l$



(1-52) شکل
د يوې جوړه قوې د دوران مومنت،
د دوران مرکز له موقعيت سره اړيکه نه لري

څرنګه چې $(F_1 = F_2 = F)$ دي نو د شکل له مخې کله چې د دوران نقطه D_1 وي:

$M = F_1(L + S_1) - F_2S_1$ د F_2 علامه څکه منفی ده چې د D_1 چپې خواته او هم د F_1 مخالف دی

$$M = F_1L + F_1S_1 - F_2S_1$$

$$M = FL + (F - F)S_1 = FL + 0 = F \cdot L$$

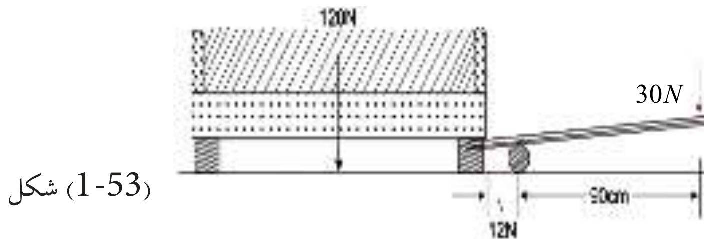
او کله چې د دوران نقطه D_2 وي لرو چې:

$$M = F_1 \cdot S_2 + F_2(L - S_2)$$

$$= F_1S_2 + F_2L - F_2S_2$$

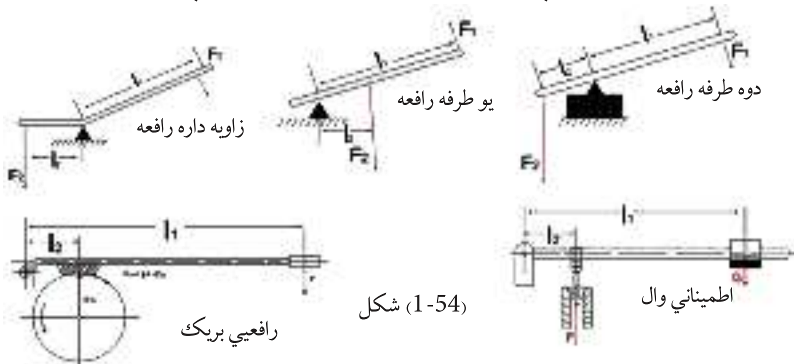
$$M = FS_2 + FL - FS_2 = F \cdot L$$

د پورتنيو څرګندونو په مرسته، کولای شو مومنت داسې بيان کړو:
د قوې يو زوج پرته له دې چې د دوران د مرکز موقعيت (د دوران نقطه)يې په نظر کې ونيسو، تل د يو شان دوران مومنت لرونکی دی.
په تخنيک کې رافعې د قوی د زوج پر بنسټ کارکوي او معمولاًيې د يوې مستقيمې ميلې يا يوې زاويه لرونکي ميلې په توګه جوړوي.



(1-53) شکل

هغه رافعه چې د ميلې په شکل ده،که چيرې د دوران مرکزيې د ميلې په يو سر کې واقع وي، دې ميلې ته يوارخيزه رافعه وايي او که چيرې د دوران مرکز په انجامونو کې واقع نه وي، دا رافعه د دوه اړخيزې رافعې په نامه يادېږي او همدارنګه هغه رافعه چې ديوې زاويې شکل لري،هغه د زاويه لرونکې رافعې په نامه يادوي. په (1-54) شکلونوکې تا سو د رافعو مختلف ډولونه کتلې شئ.



(1-54) شکل

د رافعې قانون موږ ته دا آسانتيا راکوي چې د رافعې په يوه اړخ يا لوري کې د لږې کچې قوې په کارولوسره چې پر يو اوږد مټ اغيز کوي، د رافعې په بل اړخ کې له يولنډ مټ سره په لويه کچه يوه قوه لاس ته راوړو. له همدې کبله دی چې رافعې په ورځني ژوندانه او تخنيک کې د کارولو ګڼ او ډېر ځايونه لري. يعنې د رافعې په يو اړخ کې د کمې کچې قوه کاروو او په هغه بل اړخ کې د ډېرې کچې قوه لاس ته راوړو، يعنې په قوه کې ګټه کوو. په همدې ډول د رافعې په استعمال سره، کولی شو په واټن کې هم ګټه وکړو چې که چيرې د رافعې په يوه اړخ کې يوه قوه د لنډ مټ سره عمل وکړي، د رافعې په هغه بل اړخ کې چې کومه قوه عمل کوي، د يو اوږد مټ لرونکې ده. د انسان لاس او د ټايپ ماشين د دې بحث نور اړوند مثالونه کېدای شي.

1-7: د تعادل عمومي شرطونه

که چیرې څو قوې د یوه جسم په مختلفو نقطو عمل وکړي او جسم د تعادل په حالت کې وي، دا معنا ورکوي چې پر جسم د ټولو اغېز کوونکو قوو محصله له صفر سره مساوي ده، برعکس که چیرې دا شرط تحقق ونه مومي، محصله قوه په جسم کې د تعجیل سبب ګرځي او دا تعجیل، جسم په یو انتقالي حرکت راولي، هغه جسم چې د تعادل په حالت کې وي، دوران باید ونلري او د دغه مطلب د تحقق لپاره لازمه ده چې د یوې کیفي نقطې پر شاوخوا د مومنتونو مجموعه هم له صفر سره مساوي شي، که چېرې دا شرط پلي نشي، د محصلې مومنت، جسم یو دوراني حرکت ته اړباسي. پورتني دواړه شرطونه يې د تعادل د عمومي شرطونو په نامه منلي دي، نو کله چې څو قوې د یوه جسم په مختلفو او کیفي نقطو عمل وکړي، دا جسم هغه مهال د تعادل په حالت کې راتلای شي چې لاندې دوه شرطونه ولري.

لومړی شرط: د عمل کوونکو قوو محصله یې له صفر سره مساوي وي.

دویم شرط: د دوران د ټولو مومنتونو مجموعه په یوه جسم کې د دوران د یوې کیفي نقطې پرشاوخوا مساوي له صفر سره وي. په ډېرو مسایلو او حالاتوکې چې مخې ته راځي، قوې په یوې مستوي کې وي، پرته له دې کولای شو مسئلې په داسې ګڼو اجزاو ووېشو چې ټولې شته قوې په یوه مستوي کې واقع شي. د دې لپاره چې د تعادل شرایط په ریاضیکي فورمولونو بیان کړای شو، په همغه مستوي کې چې قوې واقع دي، د وضعیه کمیاتو یو سیستم بر قراره وو، واردې شوې قوې د F_2, F_1 په علامو په نښه کوو، د قوو مرکبې په F_1x او F_2x او همدا رنګه په F_1y او F_2y او .... ښیو او.... د دوران د یوې کیفي نقطې په نسبت د قوې متې په L_1 او L_2 او.. علامو په نښه کوو. په پایله کې لاندې معادلې لاس ته راځي:

1 - هغه قوې چې افقي عمل کوي، مجموعه یې له صفر سره مساوي ده یعنې:

$$F_1x + F_2x + F_3x + ... = 0 \Rightarrow \sum F_x = 0$$

2 - هغه قوې چې په عمودي ډول عمل کوي مجموعه یې له صفر سره مساوي ده یعنې:

$$F_1y + F_2y + F_3y + ... = 0 \Rightarrow \sum F_y = 0$$

3 - د دوران د مومنتونو مجموعه له صفر سره مساوي ده.

$$F_1l_1 + F_2l_2 + F_3l_3 + ... = 0 \Rightarrow \sum M = 0$$

هغه څه موچې د تعادل د شرایطو په اړه وویل، دا دی په پیل کې د تعادل د لومړي شرط په توګه بیانوو او مسایل او تمرینونه یې حلوو:

د تعادل لومړی شرط

هرهغه جسم چې د تعادل په حالت کې دی، پر جسم د قوو محصله (پرجسم د ټولو قوو وکتوری جمع) باید له صفرسره مساوي وي:

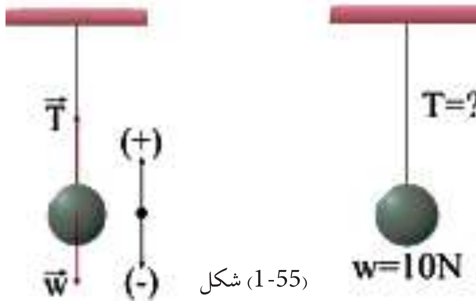
یعني: $\vec{R}=0$ یا $\sum F=0$

که چیرې د n په شمیر قوې پرجسم عمل وکړي، لرو چې:

$$F_1+F_2+F_3+..............+F_n=0$$
$$F_{1x}+F_{2x}+F_{3x}+...........+F_{nx}=0$$
$$F_{1y}+F_{2y}+F_{3y}+...........+F_{ny}=0$$

مثال:

د برېښنا یو ګروپ د 10N په وزن د یوسیم په مرسته د خونې له چت څخه ځړول شوی او د سکون په حالت کې دی، د سیم د راکښلو قوه $(\vec{T})$ محاسبه کړئ.



(1-55) شکل

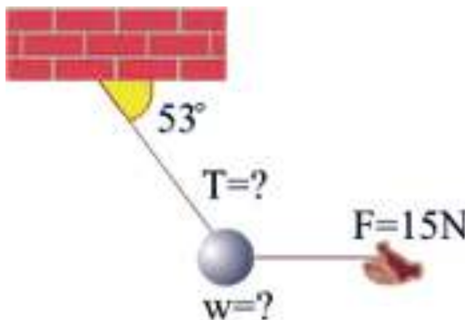
حل:

څرنګه چې جسم د سکون په حال کې دی، نو عاملې قوې پرې د تعادل په حال کې دي یعنې:

$$\sum F=0 \Rightarrow \quad T+(-W)=0, \qquad T-W=0, \qquad T=w, \qquad T=10N$$

مثال:

یو جسم چې د تار په مرسته ځړول شوی دی د $15N$ یوې قوې په واسطه چې په افقي توګه یې عمل کړی او د شکل په څېر یې جسم په تعادل کې ساتلی، راکښل کېږي د راکښلو قوه چې پر تارعمل کوي محاسبه اوهم د جسم وزن په لاس راوړئ په داسې حال کې چې $\sin 53^\circ=0.8$ او $\cos 53^\circ=0.6$ دي.



(1-56) شکل

حل:

په دې ځای کې درې قوې چې د تعادل په حالت کې دي، پرجسم اغېزکوي، دا درې قوې عبارت دي له :

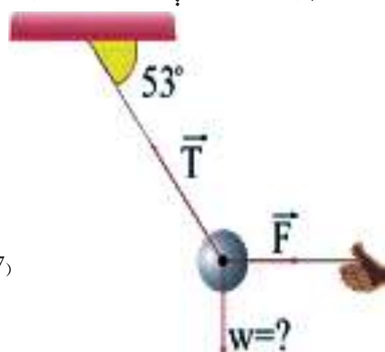
۱- د جسم د وزن قوه W، ۲- وارده قوه F چې پرجسم اغېزكوي ۳- د راکښلو قوه T چې پرتار عمل کوي. لومړی دا درې قوې د قايمو مختصاتوسيستم ته انتقالوو. بيا د تعادل لومړنی شرط د X او Y په دواړو محوروکې پر جسم تطبيقوو.

- د X پر محور باندې د تعادل د شرط تطبيق:

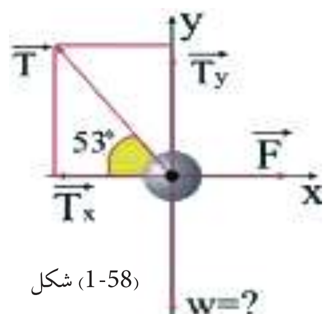
$$\sum F_x = 0$$

$$F - T_x = 0, \quad T_x = F$$

$$T \cdot \cos 53^\circ = 15N \rightarrow T \times 0 \cdot 6 = 15N \Rightarrow T = 25N$$



(1-57) شکل



(1-58) شکل

- اوس د تعادل لومړی شرط د Y پر محور تطبيقوو:

$$\sum F_r = 0$$

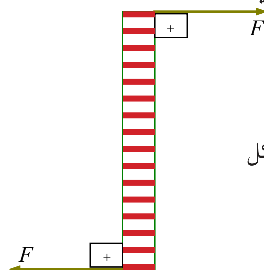
$$T_r - W = 0 \;\Rightarrow\; T_r = W$$

$$W = T \cdot \sin 53^\circ = 25N \times 0.8$$

$$W = 20N$$

د تعادل دويم شرط:

يو جسم سره له دې چې د تعادل لومړی شرط يې بشپړ کړی دی، له دې سره سره بيا هم کېدای شي، د تعادل په حالت کې نه وي. (1-59)شکل ته نظر وکړئ. پر جسم محصله قوه مساوي له صفر سره ده، خو جسم د سکون په حالت کې نشي پاتې کيدای . له دې ځايه ويلای شو: د هغه جسم لپاره چې د تعادل په حالت کې واقع وي، بل شرط ته هم اړتيا ده.



(1-59) شکل

نو دویم شرط د دې لپاره چې یوجسم د تعادل په حالت کې وي، دا دی چې باید د مومنتونو محصله (دتورکونو مجموعه) چې پرجسم اغېز کوي، مساوي له صفر سره وي. یعنې: $\sum M = 0$

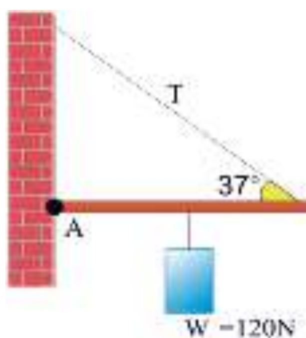
که چېرې د (n) په شمېر، قوې پرجسم مومنت تولید کړي، نو:

$$M_1 + M_2 + M_3 + \ldots\ldots\ldots + Mn = 0$$

که چېرې $\sum F = 0$ خو $\sum M \neq 0$ وي. په دې ځای کې جسم د انتقالي تعادل په حالت کې دی، په دې حال کې جسم تعجیل نه اخلي، بلکې په دوران پیل کوي. که $\sum F \neq 0$ خو $\sum M = 0$ وي. جسم د دوراني تعادل په حالت کې دی، یعنې دا چې جسم په دوران پیل نه کوي، خو تعجیل لري.

مثال:

د یو لرګي د ډېر سپک لاستي چې فرض کوو هیڅ وزن نلري، یو سر د A په نقطه او بل سر یې د یوې رسۍ په مرسته له یوه دیوال سره تړل شوی دی. یو جسم د شکل په څېر د $120N$ په وزن د لاستي له منځنۍ نقطې څخه ځړول شوی دی.



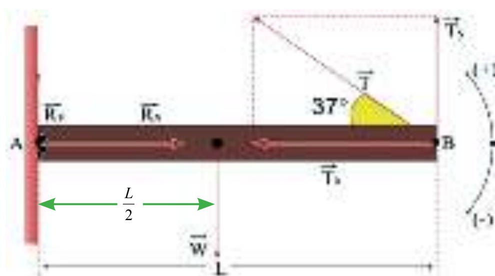
1. د T د راکښلو قوه په رسۍ کې پیداکړئ.
2. د R عکس العمل قوه چې دیوال یې په لاستي باندې د A په نقطه کې عمل کوي، څومره ده؟ په داسې حال کې چې ($\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0.8$ او $\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0.6$) وي.

(1-60) شکل

حل:

هغه قوې چې پر جسم عمل کوي، په شکل کې ښودل شوي دي. Rx او Ry د هغو قوو مرکبې دي چې دیوال یې د لرګي په لاستي واردوي. هغه مومنتونه (تورکونه) چې Rx او Ry یې منځ ته راوړي، له صفر سره مساوي دي، ځکه دا دوې قوې د دوران په نقطه کې په لاستي عمل کوي. پرلاستي باندې د (A) نقطې لپاره د تعادل د دویم شرط له تطبیق سره لرو چې:

$\sum M_A = 0$ = د هغه محصلې مومنت چې د T او W د قوو لخوا تولیدیږي.



$$Ty \times L - w(L/2) = 0$$
$$(T\sin 37^\circ)L - 120(L/2) = 0$$
$$T \cdot 0,6 - 60 = 0$$
$$T \cdot 0,6 = 60$$
$$T = 100N$$

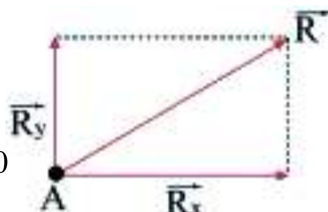
(1-61) شکل

د تعادل له لومړي شرط څخه لروچې

$$\sum F_x = 0$$
$$R_x - T_x = 0$$
$$R_x - 100 \cdot \cos 37^\circ = 0 \Rightarrow R_x = 100 \times \cos 37^\circ = 100 \times 0.8$$
$$R_x = 80N$$
$$\sum F_y = 0$$
$$R_y + T_y - w = 0$$
$$R_y + 100 \sin 37^\circ - 120 = 0$$
$$R_y = 120 - 100 \times 0.6$$
$$R_y = 120 - 60 = 60N$$

د عکس العمل قوه د فیثاغورث له قاعدې څخه په دې ډول محاسبه کېږي:

$$R^2 = R_x^{\ 2} + R_y^{\ 2}$$
$$R^2 = 80^2 + 60^2 = 6400 + 3600$$
$$R = \sqrt{10000} \Rightarrow R = 100N$$
$$R = 100N$$



(1-62) شکل

د مومنت له فارمول څخه بل تعبیر (څرگندونه)

موږ لرو چې $\mathrm{M = F.d \sin\theta}$

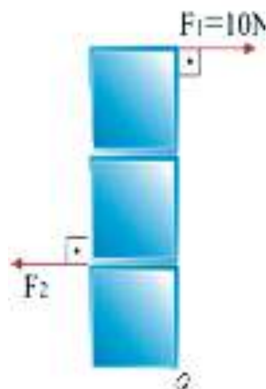
پورتنی افاده دا رنگه هم لیکلای شو $\mathrm{M = F\,(d.\sin\theta)}$

پورتنی افاده کې $(\mathrm{d.\sin\theta})$ ، د دوران د نقطې او د قوې د اغېز د خط تر منځ عمودي واټن دی.

مثال:

یو بکس چې فرض کوو بې وزنه دی، د O نقطې پر شاوخوا په آزاده توگه دوران کوي، په نظر کې ونیسئ که چیرې $F_1 = 10N$ وي او د مربع هره ضلعه 1 متر وي، د F_2 قوې کچه چې صندوق په تعادل کې راولي محاسبه کړئ.

حل: د تعادل د حالت لپاره لیکلای شوچې:



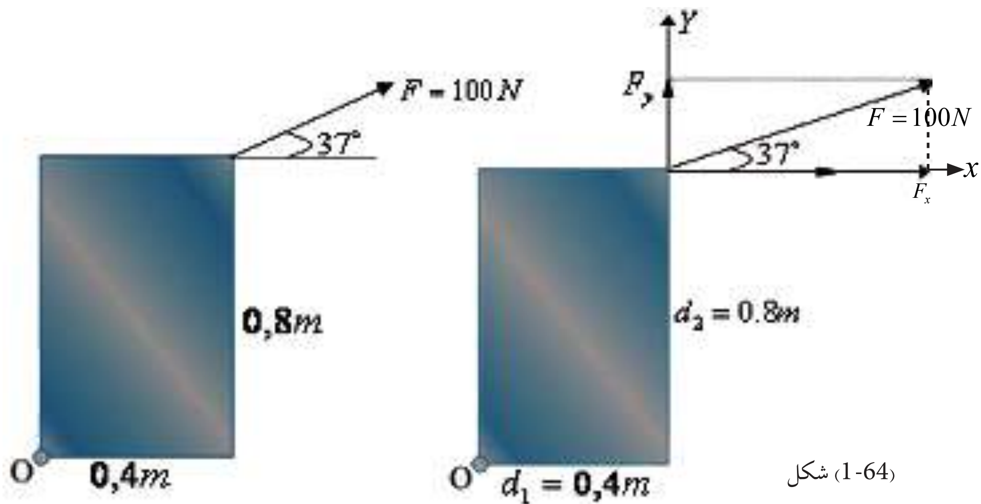
(1-63) شکل

$$\sum M = 0$$
$$F_2 d_2 - F_1 d_1 = 0$$
$$F_2 (1m) - (10N)(3m) = 0$$
$$F_2 = 30N$$

مومنت په لاندې تعبیرونه سره کولای شو دا رنګه افاده کړو:

که چیرې د دوران له محور څخه فاصله په عمودي قوه کې ضرب شي یا د قوې د دوران محور څخه د عمودي فاصلې د ضرب حاصل د مومنت څخه عبارت دی. په اکثرو عمومي حالتو نو کې هم د قوې له مرکبې څخه او هم د واټن له مرکبې څخه یعنې د دواړو مرکبو څخه چې سره جمع کېږي، د مومنت د مرکبې د پیداکولو لپاره ګټه اخېستل کېږي.

مثال: په لاندې شکل کې هغه مومنت چې د O نقطې پرشاوخوا منځ ته راځي، محاسبه کړئ.



(1-64) شکل

حل: د تعادل د حالت لپاره لیکلای شو:

$$M = (Fy)(0,4) - (Fx)(0,8)$$

$$M = (F \cdot \sin 37^{\circ})(0,4) - (\vec{F}\cos 37^{\circ})(0,8)$$

$$M = (100N \times 0.6)(0.4m) - (100N \times 0.8)(0.8m)$$

$$M = 60 \times 0.4N \cdot m - 80 \times 0.8N \cdot m$$

$$M = 24.0N \cdot m - 64.0N \cdot m$$

$$M = -40N \cdot m$$

د دوران د نقطې د موقعیت ټاکل

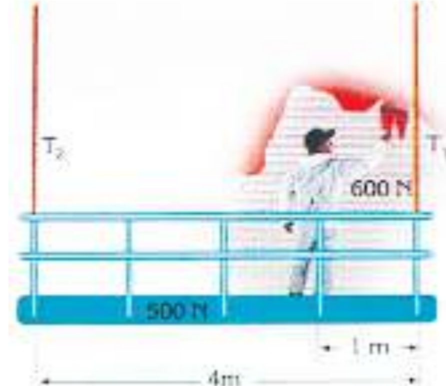
کله چې یو جسم د تعادل په حالت کې وي، د نوموړي جسم مجموعي مومنت، پرته له دې چې د دوران نقطه چیرته موقعیت لري، له صفر سره مساوي دی، نو د دوران دنقطې موقعیت، په هر ځای کې چې د پرابلم (اوستونزو) د حل لپاره مناسب وي، ټاکل کېدای شي.

مثال:

یو رنګمال چې 600 نیوټنه وزن لري شکل سره سم په یوه ټاکلې موقعیت کې د لرګي د خوازې له پاسه چې وزن یې 500 نیوټنه دی او د یوې رسۍ په مرسته ځړول شوی ولاړ دی او د یوال رنګوي. د راکښلود قوو کچه T_1 او T_2 چې په رسۍ عمل کوي، لاسته راوړئ (په سیستم کې له نورو وزنونو څخه صرف نظر کېږي).



(1-66) شکل



(1-65) شکل

حل:

لومړی د هغو قوو سکیچ چې په سیستم کې عمل کوي رسموو.

څرنګه چې سیستم د تعادل په حالت کې دی، نوکولای شو چې د مومنتونو د تعادل اصل وکاروو د T_1 او T_2 قوو د محاسبې لپاره لومړی د A نقطه یعنې د T_2 قوې د اغېزې نقطه او بیا وروسته د T_1 قوې د اغېزې نقطه یعنې B ټاکو.

$$\sum M_A = 0$$

$$T_2 x_0 + T_1 \times 4 - 500 \times 2 - 600 \times 3 = 0$$

اویا

$$4T_1 - 100 - 1800 = 0$$

$$4T_1 = 2800 \Rightarrow T_1 = \frac{2800\,N \cdot m}{4m}$$

$$T_1 = 700\,N$$

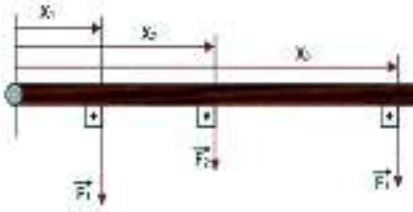
او یا

همدارنگه

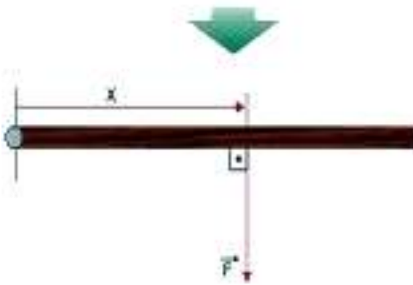
$$\sum M_B = 0$$
$$T_1 \times 0 + T_2 \times 4 - w_2 \times 1 - w_1 \times 2 = 0$$
$$4T_2 = 600 \times 1 + 500 \times 2$$
$$4T_2 = 600 + 100 = 1600$$

نو

$$\Rightarrow T_2 = \frac{1600}{4} = 400N$$



باید پام وکړو چې د $\sum F_Y = 0$ قوو تعادل، د T_1 او T_2 قوو د محاسبې لپاره وکاروو. د دې ډول پرابلمونو د حل لپاره د مومنتونو د تعادل شرط عموماً د نا معلومو قیمتونو لپاره کارول کېږي.



مثال: تصور وکړئ چې په یوه یې وزنه سیم په بیلابیلو نقطو کې درې موازي قوې عمل کوي.

(1-67) شکل

که چیرې دا درې قوې له یوې قوې سره داسې تعویض شي چې پر دې جسم محصله قوه او محصله مومنت، د دوران مرکز د موقعیت په نظر کې نیولو پرته ثابت پاتې شي. د دې محصله قوې کچه او د اغېز نقطه محاسبه کړئ.

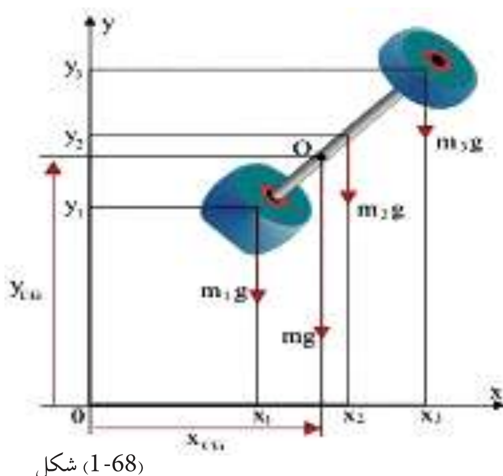
حل: څرنگه چې محصله قوې ثابتې باقي پاتې کېږي. نو لروچې: $F = F_1 + F_2 + F_3$

اوس د دوران د مرکز واټن د مومنت د تعادل له اصله، دا رنگه په لاس راوړو:

$$M = M_1 + M_2 + M_3$$
$$(F_1 + F_2 + F_3) \cdot X = F_1X_1 + F_2X_2 + F_3X_3$$
$$X = (F_1X_1 + F_2X_2 + F_3X_3) / F_1 + F_2 + F_3$$

څرنگه چې د ثقل د قوې اغېز د جسم په ټولو برخو دی او لوری یې تل د ځمکې د کُرې د مرکز په لوردی، نو لکه څنگه چې په شکل کې لیدل کېږي،
ټولې قوې په یوه لوري او په موازي ډول عمل کوي.

د دې قوو محصله د جسم وزن تشکیلوي او د دې قوو د اغېز نقطه د جسم د ثقل د مرکز په نامه یادوي او په CG یې ښیي. د وزن یوه میله په دواړو سرونو کې له دوو مختلفو وزنونو سره، د قایمو مختصاتو په سیستم کې داسې په نظرکې نیسو چې ګواکې له درې برخو، یعنې په دوو انجامونو کې له دوو وزنونو اویوې میلې څخه جوړ شوی وي. د دې هرې یوې برخې وزن عبارت دی له: m_1g, m_2g او m_3g د میلې مجموعي وزن عبارت دی له: $mg = m_1g + m_2g + m_3g$



شکل (1-68)

د O نقطه د mg قوې د اغېز نقطه ده.

د مومنت معادله په دې ډول لیکلای شو:

$$(m_1g + m_2g + m_3g)\,X_{CG} = m_i \cdot g \cdot x_1 + m_2 \cdot g \cdot x_2 + m_3 \cdot g \cdot x_3$$

څرنګه چې $m_3 + m_2 + m_1$ د جسم له مجموعي کتلې څخه عبارت دی، نو پورتنۍ معادله داسې ترتیبولای شو:

$$X_{CG} = (m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3)g / (m_1 + m_2 + m_3)g$$

له ساده کولو وروسته لرو چې:

$$Y_{CG} = \frac{\sum(mx)}{\sum m}$$

د y محور لپاره لرو چې :

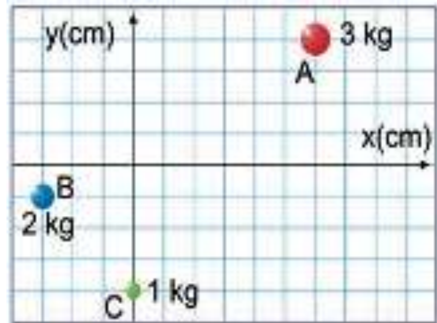
$$Y_{CG} = (m_1y_1 + m_2y_2 + m_3y_3)g / (m_1 + m_2 + m_3)g$$

$$Y_{CG} = \frac{\sum(my)}{\sum m}$$

هغه نقطه چې فرض کېږي د جسم ټوله کتله هلته متمرکزه شوې ده، د نوموړي جسم د کتلو مرکز دی. X_{cm} او Y_{cm} د جسم د مختصاتو له کتلوي مرکز څخه عبارت دی، په یوه محیط کې چې د ثقل ساحه متجانسه وي، د ثقل مرکز او کتلوي مرکز همدا یوه نقطه وي او په هغه محیط کې چې ثقل یا (جاذبه) نه وي، په هغه ځای کې وزن نشته او یوازې کتله شتون لري.

مثال:

د A , B او C جسمونه لکه ښنګه چې په شکل کې ليدل کېږي، د مختصاتو دسيستم پرمخ موقعيت لري، د دې جسمونوکتلې په ترتيب سره $2kg, 3kg$ او $1kg$ دي، د هغه سيستم د کتلوي مرکز مختصات چې دې دريو جسمونو جوړ کړي دي، پيداکړئ.



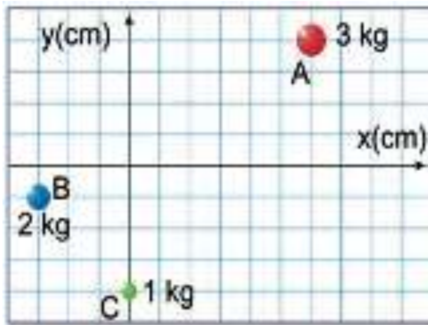
(1-69) شکل

حل: د کتلو مختصات او د جسمونو موقعيتونه عبارت دي له:

$A(6cm, 4cm)$ (د $3kg$ کتلې مختصات)

$B(-3cm, -1cm)$ (د $2kg$ کتلې مختصات)

$C(0cm, -4cm)$ (د $1kg$ کتلې مختصات)



(1-70) شکل

د (cm) د کتلوي مرکز مختصاتو مرکز عبارت دی له:

$$X_{CM} = \sum(m \cdot X) / \sum m = (m_A \cdot X_A + m_B \cdot X_B + m_C \cdot X_C) / (m_A + m_B + m_C)$$

$$= (3kg)(6cm) + (2kg)(-3cm) + (1kg)(0cm) / (3kg + 2kg + 1kg)$$

$$= \frac{18kgcm - 6kgcm}{6kg} = \frac{12kg \cdot cm}{6kg} = 2cm$$ له ساده کولو وروسته لروچې:

$$Y_{CM} = \sum(m \cdot y) / \sum m = (m_A Y_A + m_B Y_B + m_C Y_C) / (m_A + m_B + m_C)$$

$$= (3kg)(4cm) + (2kg)(-1cm) + (1kg)(-4cm) / (3kg + 2kg + 1kg)$$

$$Y_{CM} = \frac{12kgcm - 2kgcm - 4kgcm}{6kg} = \frac{6kgcm}{6kg} = 1cm$$ له ساده کولو وروسته لروچې:



د لومړي څپرکي لنډیز

- قوه هغه عامل دی چې په جسم کې د شکل او یا حالت د بدلون سبب ګرځي او په نړیوال SI سیستم کې یې بنسټیز واحدونه داین اونیوټن دي.
- کله چې څو متلاقي قوې پر یوه جسم عمل وکړي، یوه محصله قوه منځ ته راوړي چې د دې قوې کچه او لوري په هندسي توګه د وکتورونوله قاعدې څخه په ګټې اخیستلو او هم په حسابي توګه له الجبري قاعدو په ګټې اخیستلو سره په لاس راځي.
- نقطه یي کتله د یو أیدیال یا خیالي جسم له کتلې څخه عبارت ده چې ټول هغه مواد چې د نوموړي جسم د جوړښت لپاره کارېدلي، په یوه نقطه کې متمرکز شوي وي.
- دوې قوې هغه مهال په تعادل کې واقع کېدای شي چې محصله یې له صفر سره یعنې $\sum F = 0$ شي او دا په داسې حالت کې شونې ده چې د دواړو قوو کچه سره مساوي او لوري یې سره مخالف وي.
- د محاسبې په طریقه د څو قوو د محصلې د پیداکولو لپاره لومړی ټولې قوې د قایمو مختصاتو په سیستم کې د X او Y په مرکبو تجزیه کوو، بیا وروسته د قوو له مرکبو څخه په ګټې اخیستلو، محصله قوې او هغه زاویې چې د X او Y له محورونو سره یې جوړوي، حسابیدای شي. کله چې د محصله قوې د هرې یوې مرکبې مجموعه له صفر سره مساوي کړو، په دې صورت کې تعادل منځ ته راځي اود څو قوو محصله په لاس راځي.
- کله چې دوې مساوي او موازي قوې چې د متقابلو لورو لرونکي وي، عموماً پر یوه محور او د جسم په دوو بیلابیلو نقطو اغېز وکړي، دوی ته جوړه قوې (د قوو زوج) وایي.
- د قوې یو زوج د دوران موقعیت(د دوران نقطې) ته له نظر کولو پرته، تل د دوران د همدې یوه مومنت لرونکي وي.
- یوجسم د سکون په حالت کې دی او یا دا چې د سکون په حالت کې پاتې کېږي، ویل کېږي چې د ستاتیک تعادل په حالت کې دی، خو هغه جسم چې په یوه ثابت سرعت د حرکت او یا د دوران په حال کې وي، وایي چې دا جسم د دینامیک تعادل په حالت کې دی.
- د دې لپاره چې یو جسم د تعادل په حال کې وي، دوه لاندیني شرطونه باید ولري.

1 - پرجسم د ټولو عمل کوونکو قوو محصله (وکتوري جمع) باید له صفر سره مساوي وي، یعنې:
$$\sum F = 0$$

2 - د محصله مومنت (د مومنتونوجمع چې پرجسم اغېز لري)باید له صفر سره مساوي وي یعنې: $\sum M = 0$

- د قوې دوراني اغېزې ته مومنت (ترک) وایي چې موږ یې په M ښیو او د یوناني تورو په (τ) هم ښودل شوی دی چې: $M = F \cdot d \sin\hat{\theta}$
- مومنت د ساعت د ستنې په لوري اویا دهغې په مخالف لوري عمل کولای شي.
- یوجسم سره له دې چې د تعادل لومړی شرط یې بشپړ کړی دی، له دې سره بیاهم کولای شي د تعادل په حالت کې نه وي، یعنې کېدای شي پر جسم د محصله قوې مقدارصفروي، خو جسم د سکون په حالت کې نه دی.
- د یوه جسم د ثقل مرکز مختصات د وضعیه کمیتونه په قایم سیستم کې له لاندې معادلو څخه لاسته راځي:

$$X_{CG} = \sum (mx) / \sum m \quad \text{او} \quad Y_{CG} = \sum (my) / \sum m$$

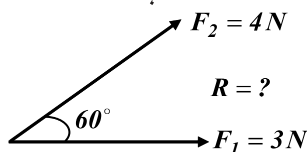
د لومړي څپرکي پوښتنې

1 - قوه تعریف کړئ او په نړیوال (SI) سیستم کې یې بنسټیز (اساسي) واحدونه بیان کړئ.

2 - ولې قوه یو وکتوري مقدار ده؟

3 - دوې غیر موازي کیفي قوې انتخاب کړئ او محصله یې د قوو د متوازي الاضلاع د قاعدې په طریقه رسم کړئ.

4 - لاندې شکل په نظر کې ونیسئ د قوو محصله یې په الجبري طریقه محاسبه کړئ



5 - نقطه یي کتله تعریف کړئ او د نقطه یي کتلې درې بیلګې بیان کړئ.

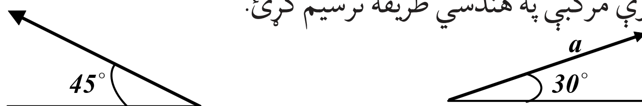
6 - د عمل قوه تل د............... له قوې سره مساوي، خو د متقابل.................. لرونکې وي

7 - هغه جسمونه چې د هغو .... د هغو د اتکا له .... څخه پورته واقع وي د........ ...... په حالت کې قرار لري.

8 - هغه مومنت چې یوه قوه یې د دوران په پینښه کې تولیدوي، له کومو دریو پارامترونو سره اړیکې لري، بیان یې ولیکئ.

9. هغه مومنت چې د $25N$ قوې په واسط پر هغه میلې چې اوږوالی یې $0,5m$ دی، تولیدکېږي، محاسبه کړئ.

10 - د لاندې هرې محصله قوې مرکبې په هندسي طریقه ترسیم کړئ.



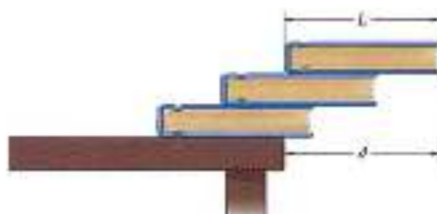
11. په یوه جوړه قوه کې د دوران د مومنت د ریاضي رابطه د $F_1 = F_2 = F$ قوو لپاره، د هغو د اغېز د خطونو د L له متقابل واټن سره ولیکئ

12. که چیرې د دوران محور د اغېز د دوو خطونو له یوه څخه تېر شوی وي، خو له هغو څخه خارج واقع وي، په دې صورت کې د مومنت دوران څنګه ارایه کېږي؟ ریاضي رابطه یې ولیکئ.

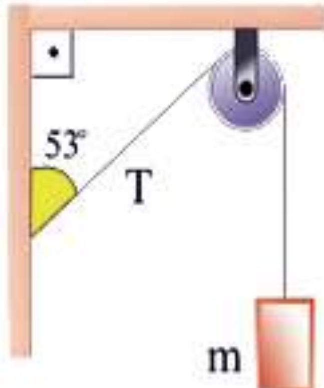
13. د هغه تورک کچه چې د $3N$ قوې د اغېز له امله پر یوې دروازې په $0.25m$ عمومي واټن د دوران له محور څخه په $(0.25m)$ عمودي فاصله تولیدیږي، محاسبه کړئ.

14. یوه ساده رقاصه له $3Kg$ نقطه یي کتلې سره د یوه نري تار په سر کې چې اوږدوالی یې $2m$ دی، ځړول شوې، د محور له یوې نقطې سره وصل شوې ده.

a- د محور ددې نقطې په شاوخوا کې د ځمکې د جاذبې قوې په مرسته تولید شوی تُرک حساب کړئ، په داسې حال کې چې د 5° زاویه په عمودې ډول له محور سره جوړه کړي.
b- دا محاسبه د 15° زاويې لپاره ترسره کړئ.
15. د يو موټر پر ويل د پيچ د خلاصولو لپاره لازم تورک $40Nm$ دی، هغه ډېره کمه قوه چې بايد يو ميخانيک يې د $3cm$ رېنچ پر سر باندې د پيچ د خلاصولو لپاره واردوي، څومره ده؟
16. که د يوې خزانې د پيداکولو لپاره په يوه نقشه کې د لورو تعقيبولو لپاره، يو لاروی لومړی $45m$ د شمال په لورځي، بيا راګرځي او $7.5m$ د ختيځ په لور قدم وهي، خزانې ته د لاروي د رسېدو لپاره، بايد نوموړی څومره واټن په مستقيم ډول ووهي؟ د خزانې موقعيت د وضعيه کمياتو په سيستم کې وښيئ.
17. يوه لاری پر يوې غونډۍ چې 15° ځوړوالی لري، حرکت کوي،که چيرې لاری $22\frac{m}{s}$ ثابت سرعت ولري، د لاری د سرعت عمودي اوافقي مرکبې پيداکړئ.
18. د يوې پيشو په واسطه د وهل شوي واټن عمودي او افقي مرکبې چې $5m$ په عمودي ډول ونې ته ختلې ده، پيداکړئ.
19. يوه الوتکه د ځمکې له سطحې سره موازي، لومړی $75Km$ واټن له 30° زاويې سره دشمال لويديځ په لور او دويم واټن $155Km$ له 60° زاويې سره د شمال ختيځ په لور الوتنه کوي. دالوتکې په واسطه ټول وهل شوی واټن څومره دی؟
20. د منتجه سرعت د وکتور کچه او لوری په لاندې سرعتونو کې چې په خپلو کې عمود دي پيداکړئ.
a- يوکب نسبت اوبو ته د يوه سيند په استقامت چې په $5m/s$ سرعت حرکت کوي، د $3m/s$ په سرعت لامبو وهي.
b- يوه ساحلي څپه نسبت اوبو ته د يوې بلې څپې په لور چې په $6m/s$ سرعت حرکت کوي، مخ په وړاندې ځي.
21. درې هم شکله او هم وزنه کتابونه د L په اوږدوالي د شکل په څېر يو دبل پرمخ ايښودل شوي دي. د d مخ ته راوتلی اعظمي واټن چې کتابونه پکې په تعادل کې وي او سقوط ونه کړي، پيداکړئ.



22. یوه متجانسه میله د $4.25m$ په اوږدوالي او $47Kg$ کتلې سره چې له یوه محور سره یې یو سر پر دیوال ایښی دی، په افقي توګه د یوه سیم په مرسته له بل سر سره تړل شوې ده. سیم له افق سره 30° زاویه جوړوي او سیده د میلې پر محور نصب شوی دی. که چیرې سیم وکولای شي د راکښلو $1400N$ قوې په وړاندې مخکې له دې چې وشلیږي، مقاومت وکړي. له دیوال څخه په څومره واټن یوتن له $68Kg$ کتلې سره پر میله باندې کیناستلای شي، ترڅو سیم وشکیږي؟



23. په یوې رسۍ کې د T راکښلوقوه 30N ده، لکه چې په شکل کې وینئ جسم د تعادل په حالت کې دی.

د کتلې کچه په Kg حساب کړئ په داسې حال کې چې:

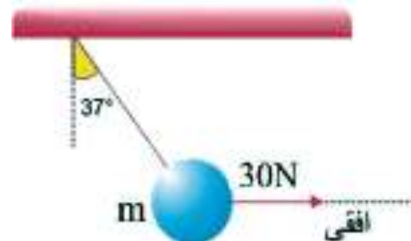
$\sin 53^{\circ} = 0,8 \qquad \cos 53^{\circ} = 0,6$

$g = 10N/kg$

24. یو جسم د m له کتلې سره د $30N$ افقي قوې په مرسته له شکل سره سم د تعادل په حالت کې دی، د جسم د کتلې کچه په Kg محاسبه کړئ. داسې چې:

$\sin 37^{\circ} = 0,6 \qquad \cos 37^{\circ} = 0,8$

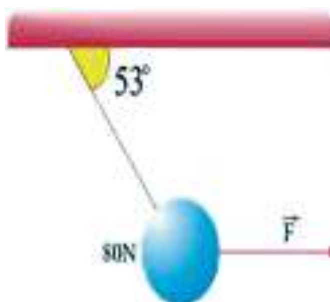
$g = 10N/kg$



25. لکه څنګه چې په شکل کې وینئ، یو جسم له 80N وزن سره د یوې رسۍ په مرسته ځړول شوی او د یوې افقي قوې F په واسطه راکښل کیږي.

a - په رسۍ کې د راکښلو قوه پیداکړئ.

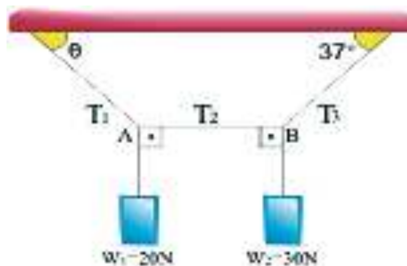
b - د F قوه محاسبه کړئ.



$\cos 53^{\circ} = 0,6 \qquad \sin 53^{\circ} = 0,8$

26. هغه سیستم چې تاسو يې په شکل کې گورئ، دوه جسمونه پکې د $W_1 = 20\,N$ او $W_2 = 30\,N$ وزنونو سره د رسۍ په مرسته له چت څخه ځړول شوي او د تعادل په حالت کې دي.
که چیرې د AB رسۍ افقي وي، د T_3, T_2, T_1 د راکښلو قوې محاسبه کړئ او همدارنگه د θ زاویې قیمت پیداکړئ.

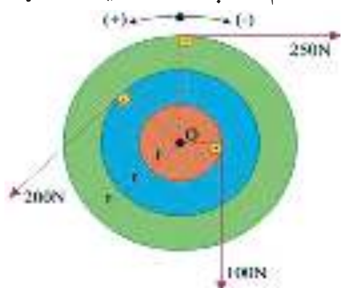
$\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0.8 \qquad \sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0.6$



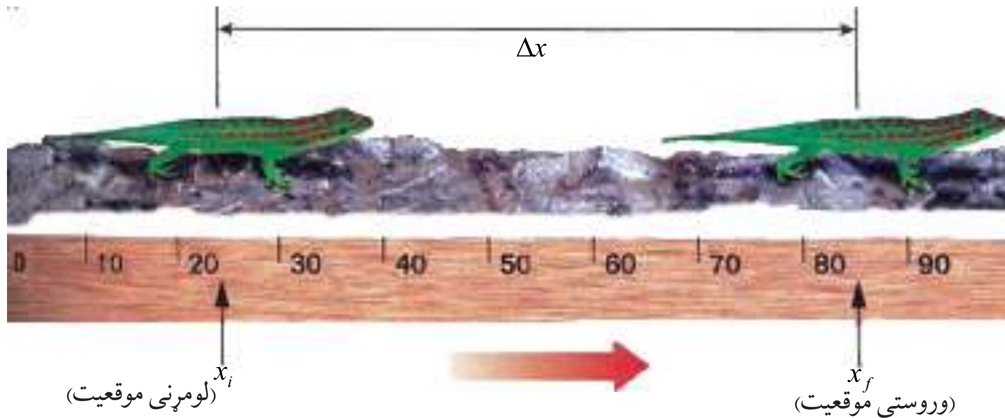
27. یو ډریور د F یوه قوه، لکه چې په شکل کې یې وینئ، د خپلو لاسونو په مرسته د گاډي په شترنگ واردوي، که چیرې د اشترنگ څرخ د d شعاع ولري، پیداکړئ:
a- محصله قوه
b- د محصلې مومنت چې د شترنگ پر څرخ عمل کوي.



28. درې ټیکلي (ډسکونه)، لومړنی د r په شعاع، دویم د $2r$ په شعاع او دریم یې د $3r$ په شعاع یوله بله سره داسې تړل شوي دي چې ټول يې د O نقطې په شاوخوا د $200N, 100N$ او $250N$ قوو په اغېز کولو سره دوران کوي.
که چیرې شعاع $r = 0.1m$ وي، د هغې محصلې مومنت چې په دې سیستم باندې عمل کوي، پیداکړئ.



يو بعدي حرکت



لکه څنگه چې پوهېږو، نړۍ او هر څه چې پکې دي، حتی هغه جسمونه چې په ظاهره کې ساکن ښکاري، لکه سړک، ونې او يا د ونو د پاڼو غورځېدل ټول په حرکت کې دي. کله چې د ښوونځي په لاره کې خپل شاوخوا ته وگورئ، د حرکتونو ډولونه گورئ؟ د دې حرکتونو د څېړلو لپاره له کوم علم څخه بايد گټه واخلو؟ لکه څنگه چې پوهيږئ، ډيناميک چې د ميخانيک يوه برخه جوړوي، د اجسامو حرکت او د حرکت اړيکې له يو شمېر فزيکي مفاهيمو لکه قوه او کتله ترمطالعې لاندې نيسي.

مونږ په دې څپرکي کې د اجسامو حرکت د موقعيت (مکان) او زمان د مفاهيمو څخه په گټې اخيستلو، پرته له دې چې پر اجسامو وارده قوې په نظر کې ونيول شي، مطالعه کوو چې د ميخانيک فزيک دا برخه د سينماتيک په نامه يادوي.

تاسو به د دې څپرکي په پای کې د حرکتونو د ډولونو په هکله ډېر څه زده کړئ، آيا د دې ډول حرکتونو بشپړ تصوير به په خپلو ذهنونو کې تر سيم کولای شئ؟ دې ډول پوښتنو ته چې د يوه مستقيم خط په امتداد حرکت څه شی دی؟ د يو متحرک جسم موقعيت او بدلون مکان څه شی دی؟ او د دې په څېر نورو پوښتنو ته به ځوابونه ووایاست.

همدا رنگه د دې څپرکي په پای کې به د سينماتيک منځنی سرعت او په يو بعدي حرکت کې دهغه اړيکې، د موقعيت د موقعيت بدلون او د حرکت معادلو اصطلاحگانو تشريح او د $(X-t)$ او $(V-t)$ گرافونو تحليل، د لحظه يي سرعت تعريف او تشريح ، منځنی تعجيل او لحظه يي تعجيل او د هغو د معادلو په لاس راوړل، له ثابت تعجيل سره د يو بعدي حرکت تشريح، د حرکت د معادلو لاس ته راوړل او د جسمونو د آزاد سقوط تحليل او څېړنه د ثابت تعجيل حرکت د يوې بيلگې په توگه او ځينو نورو مفاهيمو سره بلدتيا لاسته راوړئ.

2-1: د مستقیم خط په امتداد حرکت

د مستقیم خط په امتداد حرکت ته یو بعدي حرکت هم وایي چې په هغه کې د حرکت مسیر، مستقیم خط دی. لاندې مثال د دې ډول حرکت د مفهوم د پېژندلو لپاره خورا ښه بېلګه ده:

د یوموټر په څېر یو متحرک جسم په نظر کې ونیسئ چې په یو مستقیم مسیر په حرکت کې دی. (2-1) شکل د دې موټر موقعیتونو ته د t_1, t_2, t_3 او t_4 په زماني لحظو کې په ترتیب سره د A ، B ، C او D په نقطو کې د یوه مستقیم مسیر پرمخ ښیي.



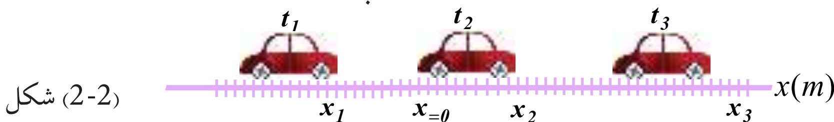

(2-1) شکل،
د مستقیم خط په امتداد حرکت

د یومستقیم خط په اوږدو حرکت کې که چیرې مبدأ د مسیر پرمخ اختیار کړو، د موقعیت او مکان بدلون وکتورونه هم لوري دي، دا د دې لامل ګرځي چې محاسبه د دې وکتوروونو پرمخ په آسانۍ سره ترسره شي.

بحث وکړئ:

د یوګړندي (تېز رفتار) په څېر یو متحرک په نظرکې ونیسئ چې په یو مستقیم سړك په حرکت کې دی.
د دې موټر د حرکت ډول په ټولګي کې له اړوندو ډلوسره تر بحث لاندې ونیسئ او پایله یې په ټولګي کې وړاندې کړئ.

که چیرې د وضعیه کمیتونو د مختصاتو یو محور (OX او یا OY) د حرکت د مسیر په توګه په پام کې ونیسئ، کولای شئ د متحرک جسم موقعیت په هره لحظه کې د هغه د مختصې په مرسته (مثلاً د X مختصه) چې کیدای شي مثبت او یا منفي عدد وي، تشخیص کړئ. د (2-2) په شکل کې د حرکت مسیر او د متحرک موقعیت د t_1, t_2 او t_3 په لحظوکې ښودل شویدی.



(2-2) شکل

لکه څنګه چې په شکل کې لیدل کیږي، t_1, t_2 او t_3 په لحظوکې د متحرک جسم موقعیتونه په ترتیب سره $x_1 = -3m$, $x_2 = +3m$ او $x_3 = 9m$ دی.

2-2: موقعیت (مکان) او د موقعیت بدلون

د اجسامو موقعیت او د مکان بدلون څنګه څېړلی شو؟ د یوه جسم د حرکت د وضعیت او څېړلو لپاره څه باید وکړو؟ د دې لپاره چې موقعیت او د مکان بدلون تعریف کړای شئ، لاندې فعالیت ترسره کړئ:



فعالیت:

اړین مواد: د لوبو یا لابراتواري موټر، خط کش، مېز

کړنلاره:

1 - موټر د مېز پرمخ په یو ټاکلي موقعیت کې کېږدئ او فاصله یې د مېز له یوې څنډې (مبدأ) څخه د خط کش په مرسته اندازه کړئ او د OA په وکتوریې وښیئ.

2 - د شکل په څېر موټر کې له لومړني موقعیت څخه بې ځایه او په یو بل موقعیت کې یې کېږدئ او بیا وروسته د مېز له همغه څنډې څخه چې په لومړۍ مرحله کې مو اندازه کړې ده (لومړنۍ مبدأ)، د موټر دویم موقعیت د خط کش په مرسته اندازه کړئ او د OB په وکتوریې وښیئ.



شکل (3-2)

اوس لاندې پوښتنوته ځواب ووایئ:

1. آیا د موټر موقعیتونه په دواړو مرحلوکې یوشی وو؟
2. موټر په کومه اندازه د موقعیت بدلون کړی؟
3. د دواړو حالتونو ترمنځ څه شی په مشترکه توګه وینئ؟ توضیح یې کړئ.

په یقین سره هغه موټر چې د مېز پرمخ حرکت کوي، د t_1 په لحظه کې د A په موقعیت کې او د t_2 په لحظه کې د B په موقعیت کې دی.

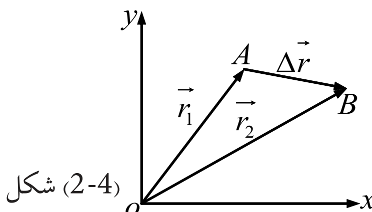
نو د موټر موقعیت په دواړو مرحلوکې یوشی نه دی.

په پورتنۍ فعالیت کې هغه مشترک عنصر چې د موټر A او B دوو موقعیتونو ترمنځ دي، عبارت له پیل یا مبدأ څخه دي. د $\overrightarrow{OA}$ او $\overrightarrow{OB}$ وکتوروونو ته په ترتیب د t_1 او t_2 وکتورونه وایو. له پورتني فعالیت څخه کېدای شي لاندې پایلوته ورسېږو:

1 - د موقعیت وکتور، هغه وکتور دی چې په هره لحظه کې د جسم موقعیت ټاکي چې د دې وکتور پیل، د وضعیه کمیتونو مبدأ او انجام یې د جسم موقعیت دی او په معمول ډول یې د $\vec{r}$ په توری ښیي.

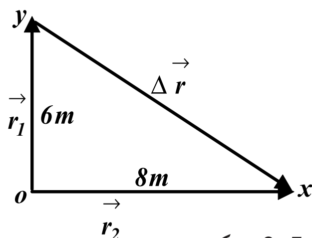
2 - د یوه متحرک د موقعیت بدلون د t_1 او t_2 په دوو لحظو کې هغه وکتور دی چې پیل یې د متحرک موقعیت د t_1 په لحظه کې او انجام یې د متحرک موقعیت د t_2 په لحظه کې دی.

له پخوا څخه پوهېږو چې په لاندې شکل کې د $\overrightarrow{AB}$ وکتور، د $\overrightarrow{OB}$ او $\overrightarrow{OA}$ دوو وکتورونو له تفاضل څخه عبارت دی یعنې: $\overrightarrow{\Delta r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$



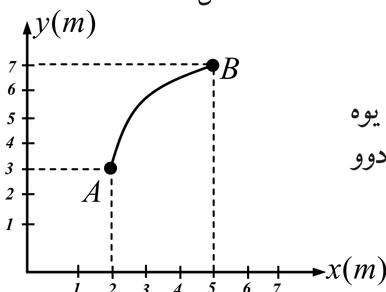
شکل (4-2)

مثال: د يوه متحرك موقعيت د t_1 او t_2 په دوو لحظو کې په ترتيب سره r_1 او r_2 دی. که چيرې د هر وکتور اندازه په ترتيب سره $6m$ او $8m$ او د هغو ترمنځ زاويه $90°$ وي، د مکان بدلون اندازه د دې دوولحظو ترمنځ څومره ده؟



(2-5) شکل

حل: د شکل په پام کې نيولو سره د موقعيت د بدلون وکتور $(\overrightarrow{\Delta r})$ د قايم الزاويه مثلث له وتر څخه عبارت دی، چې ضلعې يې $6m$ او $8m$ دي، له دې کبله د مکان د موقعيت بدلون برابر دی له:
$\overrightarrow{\Delta r} = \sqrt{6^2+8^2} = \sqrt{36+64} = \sqrt{100m^2} = 10m$

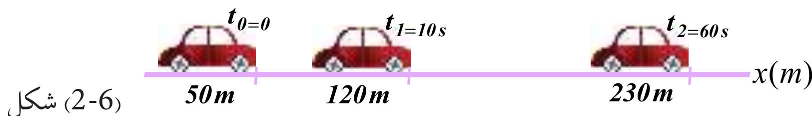


تمرين: په لاندې شکل کې د يوه متحرک مسير د AB د يوه منحني پر مخ ښودل شوی دی. د مکان بدلون وکتور د A او B دوو نقطو ترمنځ رسم کړئ اوقيمت يې لاس ته راوړئ.

2-3: منځنی (متوسط) سرعت

لکه څنګه چې د نهم ټولګي په فزيک کې مو ولوستل، يو متحرک جسم د مختلفو عواملو له کبله نشي کولای مساوي واټنونه په مساوي وختونوکې ووهي. په دې حالت کې په مستقيم مسير باندې د جسم حرکت د ځانګړتياوو د بيانولو لپاره، دمنځني سرعت له اصطلاح څخه ګټه اخلو.
د منځني سرعت د اصطلاح د ښه درک لپاره لاندې مثال ته پام وکړئ:

مثال: د (2-6) شکل د يو موټر موقعيت چې د حرکت په حال کې دی، په بېلابېلو وختونوکې راښيي.



(2-6) شکل

الف). د $t_1 - t_0$ او $t_2 - t_1$ په زماني شېبو کې د موقعيت د بدلون کچه پيداکړئ.
ب). په هره زماني شېبه کې موټر په منځنۍ توګه په هره ثانيه کې د موقعيت څومره بدلون کړی دی؟

حل: الف). د موقعيت بدلون په $\Delta t = t_1 - t_0 = 10s$ زماني انټروال کې مساوی دی له: $\Delta x = x_1 - x_0 = 120 - 50 = 70m$ سره او د موقعيت بدلون په $\Delta t = t_2 - t_1 = 50s$ زماني انټروال کې مساوي دی له $\Delta x = x_2 - x_1 = 230 - 120 = 110m$ سره.

ب). په هر ټاکلي وخت باندې د هغو د اړوندې وهل شوې فاصلې په وېشلو سره، معلومېږي چې متحرك په هره ثانيه کې څومره د موقعيت بدلون کړی دی.

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{70}{10} = 7\,{}^{m}\!/_{s}$$

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{110}{50} = 2.2\,{}^{m}\!/_{s}$$

په دې توګه په يو زماني انټروال کې د مکان د بدلون په معلومولوسره کولای شو، په انټروال کې د هرې ثانيې د مکان د بدلون اوسط پيدا کړو چې هغه ته په زماني انټروال کې منځنی سرعت وايي.منځنی سرعت د $\overline{V}$ په علامې ښيو او لرو چې:

$$\overline{V} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \text{..........}(2-1)$$

چې د SI په سيستم کې د منځنی سرعت د اندازه کولو واحد ${}^{m}\!/_{s}$ دی. منځنی سرعت وکتوري کميت دی چې د مکان د بدلون له وکتور سره هم لوری دی.



فعاليت:

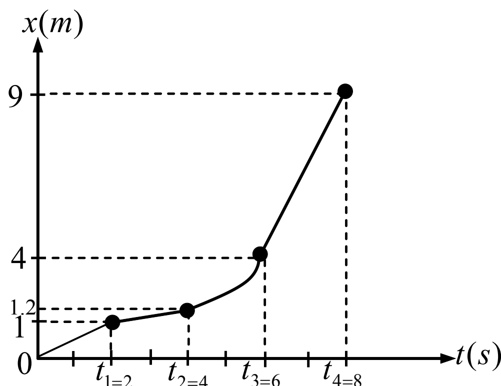
اړين مواد: فيته يي متر، زمان سنج (ستاپ واچ)

کړنلاره: له خپل يوه ټولګيوال څخه وغواړئ چې په ټولګي کې په يو مستقيم خط په لاره ولاړشي. وروسته تاسو په متر د x فاصله او د زمان سنج په مرسته د t وخت په لاس راوړئ او په پايله کې دهغه حرکت منځنی سرعت حساب کړئ.

مثال: د (7-2) په شکل کې د متحرك $(x-t)$ ګراف چې د مستقيم مسير پرمخ حرکت کوي، ښودل شوی دی.

a- په يوه جدول کې هر زماني انټروال يعني له صفر څخه تر $2s$, $2s$ څخه تر $4s$, $4s$ څخه تر $6s$, $6s$ څخه تر $8s$ او د هر انټروال د مکان بدلون وښيئ.

b- په هر يو زماني انټروال کې د متحرك منځنی سرعت څومره دی؟



(7-2) شکل

د a جز حل: د Δt او Δx قیمتونه په لاندې جدول کې محاسبه شوي دي.

$\Delta x(m)$	$\Delta t(s)$
$\Delta x_1 = x_1 - x_0 = 1 - 0 = 1$	$t_1 - t_2 = 2 - 0 = 2$
$x_2 - x_1 = 1.2 - 1 = 0.2$	$t_2 - t_1 = 4 - 2 = 2$
$x_3 - x_2 = 4 - 1.2 = 2.8$	$t_3 - t_2 = 6 - 4 = 2$
$x_4 - x_3 = 9 - 4 = 5$	$t_4 - t_3 = 8 - 6 = 2$

د b جزء حل:

$$\overline{V_1} = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = \frac{1}{2} m/s$$

$$\overline{V_2} = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} = \frac{0.2}{2} = \frac{1}{10} m/s$$

$$\overline{V_3} = \frac{\Delta x_3}{\Delta t_3} = \frac{2.8}{2} = 1.4 m/s$$

$$\overline{V_4} = \frac{\Delta x_4}{\Delta t_4} = \frac{5}{2} = 2.5 m/s$$

تمرین: د یوه جسم د حرکت معادله د SI په سیستم کې د $x = 2t^2 + 1$ له رابطې سره ورکړشوې ده. منځنی سرعت یې په لاندې زماني انټروالونو کې،

a) له 1 څخه تر 2 ثانیو،

b) له 1 څخه تر 1.1 ثانیې،

c) له 1 څخه تر 1.01ثانیې او

d) له 1 څخه تر 1.001 ثانیو پیداکړئ.

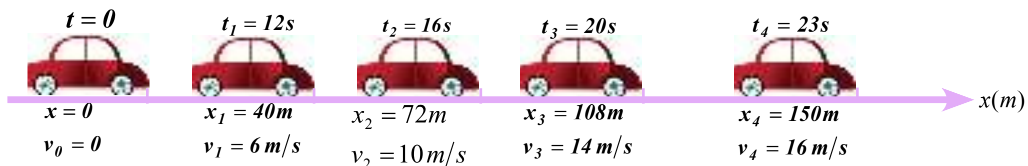
لحظوي سرعت

لحظوي سرعت څه شی دی؟ د منځني او لحظه يي سرعت ترمنځ کوم توپير شتون لري؟

کله چې يو موټر د حرکت په حال کې وي، که سرعت سنج ته يې وګورو، و به لېدل شي چې د سرعت سنج ستن په هره لحظه کې يوه ټاکلې اندازه را ښيي. کله چې د موټر سرعت زيات شي، ستن ډېره اندازه راښيي.

د منځني سرعت او لحظه يي سرعت ترمنځ اړيکه څه شی ده؟ دې پوښتنې ته د ځواب ورکولو لپاره لاندې مثال ته پام وکړئ:

مثال: په (8-2) شکل کې چې يو موټر په مستقيم مسير کې د حرکت په حال کې دی، په بيلابيلو وختونوکې يې سرعت بدلون مومي. هغه موقعيت او فاصلې چې د موټر سرعت سنج د $0s$, $12s$, $16s$, $20s$ $23s$ په لحظوکې ښيي، په شکل کې ښودل شوي دي.



(8-2) شکل

الف) په يوه جدول کې $t_4 - t_1$ ، $t_3 - t_1$ او $t_2 - t_1$ زماني انټروالونه، د موقعيتونو بدلون او منځني سرعتونه وليکئ.

ب) په کوم زماني انټروال کې، منځنی سرعت د هغه سرعت له کچې سره نژدې دی چې د موټر سرعت سنج يې د t_1 په لحظه کې ښيي.

حل: الف)

$\Delta t(s)$	$\Delta x(m)$	$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}(m/s)$
$t_4 - t_1 = 23 - 12 = 11$	$x_4 - x_1 = 150 - 40 = 110$	10
$t_3 - t_1 = 20 - 12 = 8$	$x_3 - x_1 = 108 - 40 = 68$	8.5
$t_2 - t_1 = 16 - 12 = 4$	$x_2 - x_1 = 72 - 40 = 32$	8

ب) لکه چې په جدول کې لیدل کیږي د $t_2 - t_1$ په زماني انټروال کې منځنی سرعت، د $t_3 - t_1$ او $t_4 - t_1$ له انټروالونو څخه لږ دی.

د (الف) برخې د ځوابونو له پرتله کولو څخه کیدای شي دا پایله تر لاسه کړو چې: هر څومره چې زماني انټروالونه کوچني وي، منځنی سرعت به له هغه سرعت سره نژدې وي چې د موټر سرعت سنج یې ښیي.

منځنی سرعت په هغه حدکې چې د وخت انټروال ډېر کمیږي، د لحظه یي سرعت په نامه یادیږي، په ډېره دقیقه توګه ویلای شو: کله چې t_1 ، t_2 ته نژدې کیږي یعنې د Δt قیمت صفر ته تقرب کوي، د $\overline{V_x} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ نسبت، د جسم لحظه یي سرعت د t_1 په زمان کې راښیي، لیکلای شو چې لحظه یي سرعت د منځني سرعت له لیمت څخه عبارت دی، کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي یعنې:

$$V_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} ....(2-2)$$

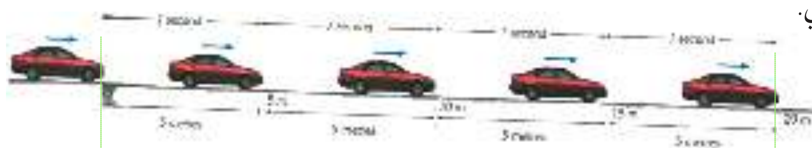


خیړنه وکړئ:

په دې هکله چې څنګه کولای شو د $(x-t)$ له ګراف څخه په ګټې اخیستلو سره، د یوه متحرک لحظه یي سرعت په لاس راوړو، د جلا او ځانګړو ډلو په توګه پلټنه وکړئ او پایلې یې وړاندې کړئ.

2-4: د موقعیت - زمان ګراف $(x-t)$

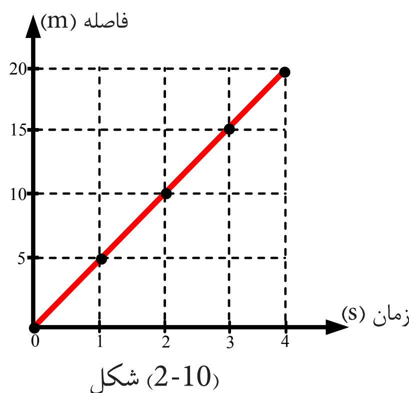
هغه موټر په نظرکې ونیسئ چې په ترتیب سره د $t_1 = 1s, t_2 = 2s, t_3 = 3s, t_4 = 4s$ په زماني انټروالونوکې د لاندې (2-9) شکل په څېر په $x_3 = 15m, x_2 = 10m, x_1 = 5m$ او $x_4 = 20m$ موقعیتونه غوره کوي.



(2-9) شکل

د دې متحرک (موټر) د حرکت د موقعیت څرګندولو لپاره له کوم ډول ګراف څخه باید ګټه واخلو، تر څو وکولای شي په مختلفو وختونو کې د جسم موقعیت په ښه توګه وښیي؟

د موقعیت - زمان $(x-t)$ له ګراف څخه کار اخیستل به د دې پوښتنې ځواب وي. په ډېرو مواردو کې د دې ګراف رسم د حرکت دڅېړلو لپاره مناسب دی. د دې ګراف د رسمولو لپاره معمولاً وخت (t) د افقي محور پرمخ او موقعیت (x) د قایم محور پرمخ ټاکو.په پایله کې د نوموړي موټر لپاره به د $(x-t)$ ګراف په لاندې توګه وي:



(2-10) شکل

لکه څنګه چې په ګراف کې لیدل کیږي، متحرک (موټر) په هره ثانیه کې مساوي واټنونه وهي.له دې ګراف څخه په ګټې اخیستلو سره په آسانۍ موندلی شو چې متحرک په هره لحظه کې په کوم موقعیت کې اوسي، د مکان بدلون یې د دواړو لحظو ترمنځ څومره دی.

د مثال په توګه: په ګراف کې لیدل کیږي چې متحرک د $t_2 = 2s$ په لحظه کې د مبدأ په لس متري کې دی یا د $\Delta t = 1s$ په انټروال کې یې د مکان بدلون $\Delta x = 5m$ دی. ددې ډول ګراف د ښې پېژندنې لپاره لاندې فعالیت په ډله ییزه توګه په خپل ټولګي کې عملي کړئ.

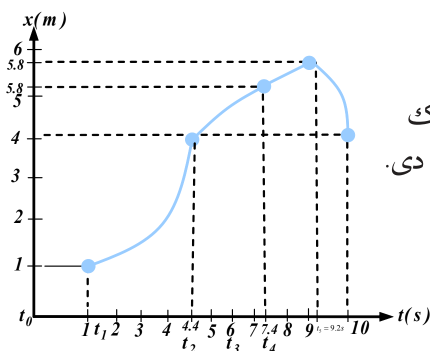


فعالیت:

لاندې جدول د یوه متحرک جسم واټن تر مبدأ پورې په ورکړل شوو لحظو کې ښیي د متحرک د $(x-t)$ ګراف رسم کړئ

$t(s)$	0	1	2	3	4	5
$x(m)$	0	1.5	3	5.5	8	11.5

تمرین: د لاندې شکل د $(x-t)$ په ګراف کې یو متحرک چې د مستقیم خط پرمخ په حرکت کې دی، ښودل شوی دی.



الف: د $t_1 - t_0$ ، $t_2 - t_1$ او $t_5 - t_2$ په زماني انټروالونوکې د متحرک د موقعیت بدلون څومره دی؟

ب: له مبدأ څخه د متحرک تر ټولو لویه فاصله (اعظمي واټن) څومره دی او متحرک به د وخت په کومه لحظه کې اوسي؟

ج: د t_4 څخه تر t_5 زماني لحظه کې د موقعیت بدلون څومره او په کوم لور دی؟

2-5: تعجيل يا شتاب

تعجيل څه شی دی؟ د منځني تعجيل او لحظه يي يا وقفه يي تعجيل ترمنځ څه توپير دی؟

لکه څنگه چې تاسو پخوا د نهم ټولگي په فزيک کې لوستي دي، کله چې يو متحرک مساوي واټنونه په مساوي وختونوکې ونه وهي، دې ډول حرکت ته، تعجيلي حرکت وايي.

کله چې يو موټر د سکون له حالت څخه په حرکت پيل کوي، د موټر سرعت سنج ښيي چې سرعت يې ورو ورو زياتيږي او برعکس د برک نيولو پرمهال، سرعت يې په تدريج سره کميږي، دا چې په پورتنيو دواړو حالتونوکې د متحرک سرعت بدلون مومي، نو د متحرک حرکت يو تعجيلي حرکت دی، نه يو ډوله (يونواخت). منځنی تعجيل د وخت په يوه واحد کې د سرعت له بدلون څخه عبارت دی، که چيرې د سرعت بدلون د Δt په زماني انټروال کې له Δv سره مساوي وي، نو:

$$\bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad ....(2\text{-}3)$$

له پورتنۍ معادلې څخه کولای شو، په آسانۍ سره د تعجيل واحد چې له $\left(\frac{m}{s^2}\right)$ څخه عبارت دی، په لاس راوړو.

مثال: د يوه متحرک سرعت د $t_1 = 20s$ په لحظه کې له $10\,m/s$ سره مساوي دی او د $t_2 = 45s$ په لحظه کې له $20\,m/s$ سره مساوي دی. منځنی تعجيل يې د t_2, t_1 دوو لحظو ترمنځ څومره دی؟

حل:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \rightarrow \bar{a} = \frac{20-10}{45-20} = \frac{10}{25} = 0.4\,m/s^2$$

لحضوي تعجيل (شتاب)

په تعجيلي حرکت کې هم ويلای شو چې متحرک په هره لحظه کې يو تعجيل لري چې لحظوي تعجيل په نامه يې نوموو. لکه څنگه موچې په لحظه يي سرعت کې وليدل، په دې ځای کې هم که د $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ په رابطه کې، Δt ډېر کوچنی شي، منځنی تعجيل له لحظه يي تعجيل سره ډېر نژدې کيږي، اوس کولای شو لحظه يي تعجيل د لحظه يي سرعت په څېر په ډېر دقيق ډول تعريف کړو:

لحظه يي تعجيل د منځني تعجيل له ليمت څخه عبارت دی، کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي. که چيرې لحظه يي تعجيل په a_x وښيو، د پورتنيو تعريفونو پر بنسټ ليکلای شو:

$$a_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \quad ....(2-4)$$

د سرعت- زمان گراف $(v-t)$

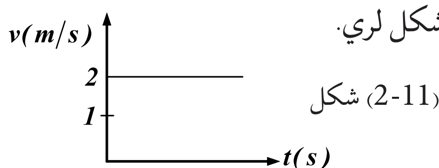
لکه چې تر مخه مو مطالعه کړ، د مکان – زمان گراف $(x-t)$، په مرسته کولای شو، د جسم د حرکت په هکله لکه سرعت یا د متحرك مکان او د هغه د منحني (متوسط سرعت) په باب معلومات ترلاسه کړو، په همدې ډول د سرعت – زمان $(v-t)$ له گراف څخه هم کولای شو د جسم د حرکت په اړه معلومات لاس ته راوړو.

د سرعت- زمان $(v-t)$ گراف د ترسیم لپاره د وضعیه کمیتونو د مختصاتو په سیستم کې د y قایم محور د سرعت او د x افقي محور د زمان یا وخت لپاره وټاکو او په همغه ترتیب چې مو د زمان موقعیت $(x-t)$ گراف په هکله کړنه ترسره کړې وه ، دا گراف هم هماغسې رسمو.

مثال: یو متحرك له ثابت سرعت سره د یومستقیم مسیر پرمخ حرکت کوي. د $t_1=2s$ په لحظه کې په 5 متري واټن کې او د $t_2=12s$ په لحظه کې له مبدأ څخه په 25 متري واټن کې موقعیت لري، د $(v-t)$ گراف یې رسم کړئ.

حل: د ثابت سرعت په حرکت کې کولای شو ولیکو: $v=\dfrac{\Delta x}{\Delta t}=\dfrac{25-5}{12-2}=\dfrac{20}{10}=2\,m/s$

څرنگه چې په یو ډوله (یوه نواخت) حرکت کې سرعت ثابت وي، نو د سرعت – زمان گراف $v-t$ د زمان یا وخت له محور سره موازي د یومستیقم خط شکل لري.



(2-11) شکل

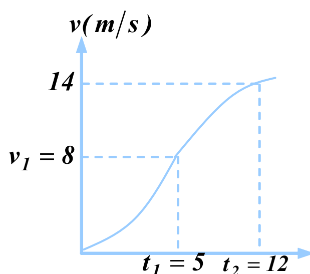
تمرین: په لاندې جدول کې د هغه متحرك سرعت چې د یو مستقیم خط پرمخ حرکت کوي، په څو زماني لحظو کې مشخص شوی دی. د $(v-t)$ گراف یې رسم کړئ.

$t(s)$	0	0.5	2.5	1.5	2	3
$v(m/s)$	0	2	1	3.5	3.75	4

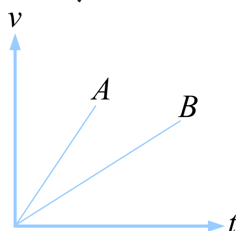
تمرین: لاندې شکل د یو متحرك $(v-t)$ گراف راښیي، توضیح یې کړئ:

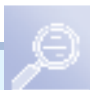
الف: د وخت په $(0,t_1)$ او (t_1,t_2) انټروالونوکې منحنی تعجیل څومره دی؟

ب: د t_1, t_2 دوو لحظو څخه په کومې یوې کې تعجیل ډېر دی؟



تمرين: د A , B دوو متحركو د $(v-t)$ گراف په لاندې شكل كې وركړل شوى دى. د دې دوو متحركو تعجيل سره پر تله كړئ،

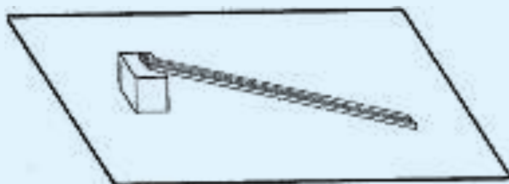




فعاليت:

اړتياوړ وسايل:

1. جريداره تخته د پردې لرگيو له ميلوسره چې دوه متره اوږدوالى ولري
2. د لرگيو مكعبونه چې $4cm$ پنډوالى ولري
3. ښيښه يي گلولې يافلزې ساچمې
4. زمان سنج (كرونومتر)
5. فيته يي متر



(2-12) شكل

كړنلاره:

له (2-12) شكل سره سم د پردې لرگې د ميلې يو سر د لرگيو پر يوه مكعب كيږدئ. يوه ښيښه يي گلوله د ميلې د هغه بل سر چې پر مكعب مو ايښى، له نيم مترى څخه يې خوشې كړئ او په دې لحظه كې كرونومتر په كار واچوئ. كـولاى شـئ هغـه لحظه چې گلوله پرمكعب (د مسـير پر ياى) لگـيږي، كرونومتر ودروئ. آزمايښـت د $1.5m,1m$ او $2m$ فاصلولپاره تكرار كړئ. پايله په لاندې جدول كې وليكئ او د $(x-t)$ له مخې گراف رسم كړئ ازمايل شوې پايله تجزيه او تحليل كړئ.

خوځلې	طول په متر	t وخت په ثانيه	t^2	$\frac{x}{t^2}$
1	0.5			
2	1			
3	1.5			
4	2			

2-6: يو ډوله (متشابه) حرکت

که چیرې د یوه متحرك جسم لحظه يي سرعت چې پرمستقیم مسیر حرکت کوي، په ټولو لحظوکې یو شان وي، حرکت یې یو نواخته نومیږي، په دې ډول حرکت کې د (موقعیت- زمان) گراف، یومستقیم خط دی او د دوو لحظو ترمنځ د منځني سرعت په پایله کې له لحظه یي سرعت سره مساوي کېږي، له دې امله کولای شو ولیکو چې: $\bar{v} = v \Rightarrow v = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = v.\Delta t$

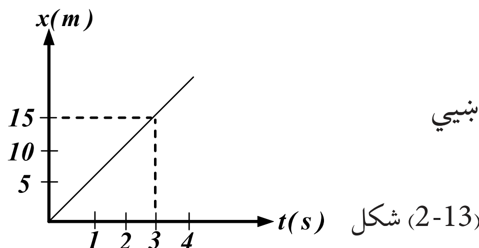
که چیرې د متحرك جسم واټن ترمبدأ پورې د $t = 0$ په لحظه کې له X_0 او واټن یې تر مبدأ پورې د t په لحظه کې له x سره برابر وي، په هغه صورت کې $x - x_0 = v(t-0)$ اویا $x = vt + x_0 ....(2-5)$

پورتنی معادله د یو نواخت حرکت له معادلې څخه عبارت دی چې په هغې کې x تر مبدأ پورې واټن د متر پر بنسټ دی، v لحظه یي سرعت دی د متر ثانیې پر بنسټ، $t, (\frac{m}{s})$ وخت د ثانیې پربنسټ او x_0 د صفر په لحظه کې ترمبدا پورې واټن د متر پربنسټ دی.

هغه څه ته په پاملرنې چې مخکې وویل شو، ښایي د جسم موقعیت مثبت او یا منفي وي. سرعت هم که چیرې د x یا y له محور سره هم لوری وي مثبت او له هغه پرته منفي دی. په یو نواخت حرکت کې د موقعیت- زمان گراف $(x-t)$ یومستقیم خط اوپه پایله کې د دوولحظو ترمنځ منځنی سرعت، له لحظه یي سرعت سره مساوی کیږي.

مثال:

د (2-13) شکل د $(x-t)$ د هغه متحرك گراف راښیي چې د یومستقیم خط پرمخ حرکت کوي.



(2-13) شکل

الف: آیا د دې حرکت سرعت ثابت دی؟ د سرعت کچه څومره ده؟

ب: د صفر په لحظه کې یې له مبدأ څخه واټن او د حرکت او مکان د بدلون معادله یې د $t_1 = 2s$ او $t_2 = 5s$ دوو لحظو ترمنځ په لاس راوړئ.

حل: الف: څرنگه چې د $(x-t)$ گراف یو مستقیم خط دی، نو د جسم حرکت عبارت له یونواخت حرکت څخه دی او د گراف میل د متحرك له سرعت سره برابر دی. شکل ته په پام کولو سره، د گراف میل $5 = \frac{15}{3}$ دی، نو $v = 5\frac{m}{s}$ سره دی.

ب: د $t=0$ په لحظه کې $x=0$ او $x_0=0$ دی، په پایله کې: د حرکت معادله، $x=vt+x_0$ ،
$x_1=5\times2=10m$ او $x_2=5\times5=25m$ د دوو لحظوترمنځ د مکان بدلون،

$$\Delta x=x_2-x_1=25m-10m=15m$$

تمرین: یوجسم د V له سرعت سره پر یومستقیم مسیر په حرکت کې دی، که چیرې $t_1=5s$ په لحظه کې یې له مبدأ څخه $6m$ او د $t_2=20s$ په لحظه کې یې له مبدأ څخه فاصله $24m$ وي، سرعت او واټن یې تر مبدأ پورې د $t=0$ په لحظه کې څومره دی؟ د $x-t$ معادله په لاس راوړئ او د متحرک جسم د $x-t$ ګراف رسم کړئ.

له ثابت تعجیل سره مستقیم الخط حرکت

که چیرې په یو حرکت کې تعجیل په مختلفو لحظوکې یو شان وي، دې ته د ثابت تعجیل حرکت وایي، په دې ډول حرکت کې د $(v-t)$ ګراف یو مستقیم خط دی. په دې ډول حرکت کې منځنی تعجیل د دوو اختیاري نقطو ترمنځ د متحرک د هرې لحظې له تعجیل سره برابر دی یعنې:

$$\bar{a}=a=\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1}$$

که چیرې په پورتنی رابطه کې $t_1=0$ او $t_2=t$ وي، په دې حالت کې د V_1 سرعت په V_0 او د V_2 سرعت په (V) ښودل کیږي او کولای شو ولیکو:

$$a=\frac{v-v_0}{t}\Rightarrow v=at+v_0 ....\ .(2-6)$$

له ثابت تعجیل سره په یو حرکت کې د دوولحظو ترمنځ منځنی سرعت، د همغو دوولحظو د سرعتونو د مجموعې نیمایي تعریف شوی دی. یعنې:

$$\bar{v}=\frac{v_1+v_2}{2}$$

خیړنه وکړئ:

په بیلابیلو ډلو کې لاندې پوښتنې ته ځواب ورکړئ او پایله یې ټولګي ته واوروئ. ولې په مستقیم الخط حرکت کې له ثابت تعجیل سره، د $(v-t)$ ګراف له یوه مستقیم خط څخه عبارت دی؟

مثال: یو متحرک د سکون له حالت څخه په $2m/s^2$ ثابت تعجیل سره په حرکت پیل کوي. سرعت یې د $t_1=4s$ او $t_2=12s$ په لحظو کې پیداکړئ، د $(v-t)$ ګراف یې رسم کړئ.

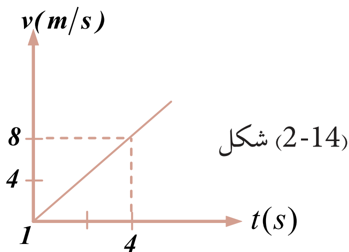
حل: څرنګه چې متحرک د سکون له حالت څخه په حرکت پیل کوي، نو:

$$v_0=0$$

$$v=v_0+at\Rightarrow v_1=0+2\times4=8m/s \qquad \wedge \qquad v_2=0+2\times12=24m/s$$

ځرنګه چې تعجیل ثابت دی، د $(v-t)$ ګراف یو مستقیم خط دی. نوځکه د رسمولو لپاره یې د ګراف دوې نقطې کافي دي.

$t(s)$	0	4
$v(m/s)$	0	8



(2-14) شکل

تمرین: د یوه متحرک سرعت د $t_1 = 4s$ په لحظه کې $5m/s$ او د $t_2 = 12s$ په لحظه کې $11m/s$ دی. په هغه حالت کې چې تعجیل ثابت وي، سرعت یې د $t_0 = 0$ په لحظه کې پیداکړئ او د $(v-t)$ ګراف یې رسم کړئ.

له ثابت شتاب سره په مستقیم الخط حرکت کې د $(x-t)$ معادله

د $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ او $\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2}$ رابطو پر بنسټ د ثابت تعجیل په حرکت کې لیکلای شو چې:

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

$$\Delta x = \frac{v_1 + v_2}{2} . \Delta t$$

په دې رابطه کې Δx د موقعیت بدلون د Δt په زماني انټروال کې، v_1 سرعت د t_1 په لحظه کې v_2 سرعت د t_2 په لحظه کې دی. که چیرې $t_1 = 0$ او $t_2 = t$ په دې لحظو کې د متحرک سرعت په ترتیب سره v_0 او v او د متحرک موقعیت په دې لحظو کې x_0 او x وي، په دې صورت کې: $\Delta t = t_2 - t_1 = t - 0 = t$ او $\Delta x = x - x_0$ دی، د قیمتونو په وضع کولو سره کولای شو، ولیکو چې: $x - x_0 = \frac{v + v_0}{2} t$

ځرنګه چې:

$$v = at + v_0$$

د v قیمت په وضع کولو سره لرو: $x - x_0 = \frac{at + v_0 + v_0}{2} t$

په پایله کې:

$$x = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t + x_0 \ldots\ldots\ldots\ldots (2-8)$$

د $(x-t)$ معادلې وروستی رابطه له ثابت تعجیل سره پر مستقیم خط حرکت افاده کوي. که چیرې د $v = at + v_0$ له رابطې څخه وخت په لاس راوړو او د حرکت په (8-2) معادله کې یې کېږدو، په پایله کې به د موقعیت او سرعت ترمنځ رابطه په لاس راوړو چې له وخت او زمان څخه مستقله ده یعنې:

$$t = \frac{v-v_0}{a} \Rightarrow x = \frac{1}{2} a \left(\frac{v-v_0}{a}\right)^2 + v_0 \left(\frac{v-v_0}{a}\right) + x_0$$

ساده کولو سره لرو:

$$v^2 - v_0^2 = 2a(x-x_0).........(2-9)$$

مثال: یو متحرک له $\frac{1}{2} m/s^2$ ثابت تعجیل سره د سکون له حالت څخه د یومستقیم خط پرمخ په حرکت پیل کوي، د متحرک د موقعیت بدلون او د هغه سرعت وروسته له $25s$ ثانیو څخه په لاس راوړئ.

$$\left.\begin{array}{l} a = \frac{1}{2}\frac{m}{s^2} \\ v_0 = 0,\ x_0 = 0 \\ t = 25s \end{array}\right\}$$

$$\left.\begin{array}{l} a)\ \Delta x = x - x_0 = x = ? \\ b)\ v = ? \end{array}\right\}$$

حل: a)

$$x = \frac{a}{2}t^2 + v_0 t + x_0$$

$$x = \frac{a}{2}t^2 + 0 + 0$$

$$x = \frac{1/2}{2}(25)^2 = \frac{1}{4} \times 625$$

$$x = 156.25m$$

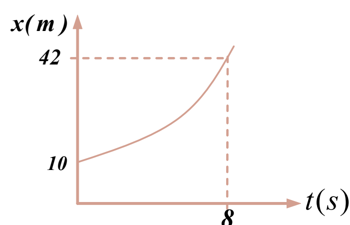
b)

$$v^2 - v_0^2 = 2a(x-x_0) \Rightarrow v^2 = 2ax$$

$$v^2 = 2 \times \frac{1}{2} \times 156.25 = 156.25\frac{m^2}{s^2}$$

$$v = \sqrt{156.25\left(\frac{m}{s}\right)^2} = 12.5\frac{m}{s}$$

$$v = at + v_0 = \frac{1}{2}\frac{m}{s^2}.25s + 0 = 12.5\frac{m}{s}$$



تمرین: لاندې شکل د هغه متحرک د $(x-t)$ ګراف دی چې په ثابت تعجیل سره د مستقیم خط پرمخ حرکت کوي. فرض کړئ چې $v_0 = 2 m/s$ دی، د $(x-t)$ ګراف رسم کړئ.

2-7: آزاد سقوط(د جاذبې ساحې مفهوم)

آیا تر اوسه مو له کومې ونې منې ټولې کړي دي؟ ولې کله چې منه ستاسوله لاسه خوشې شي، مخ په کښته (ځمکې ته) لویږي؟ ستاسو په نظر د ځمکې پر سطحې د منې د لویدلو لامل څه شی دی؟ د اجسامو د آزاد سقوط ښکارنده (پدیده) د ریاضي په ژبه څنګه بیانولی شو؟ دا ټولې هغه پوښتنې دي چې تاسو به ورته ددې لوست په پای کې ځواب ورکړئ.

د دې لپاره چې د اجسامو د آزاد سقوط ښکارنده په ښه ډول درک کړئ، لاندې فعالیت تر سره کړئ.



فعالیت:

د کاغذ یوه پاڼه چې کلکه شوې نه وي (خلاصه پاڼه) او یوه دانه سکه راواخلئ او په یوه وخت کې یې له ټاکلي ارتفاع څخه خوشې کړئ، په دویمه مرحله کې د کاغذ هماغه پاڼه کلکه (کلوله) کړئ او له سکې سره یې یوځای لـه همغې ارتفاع څخه خوشې کړئ او په دریمه پلا دوې سکې له همغه ارتفاع څخه خوشې کړئ او د ځمکې سطحې ته یې د رسېدو پر څرنګوالي د خپلې ډلې له غړو سره بحث وکړئ او پایله یې په ټولګي کې وړاندې کړئ.



(2-15) شکل

په پای کې لاندې پوښتنوته ځوابونه ووایئ:

۱. آیا د کاغذ پاڼه او سکه په یوه وخت ځمکې ته ورسېدل؟

۲. آیا د کاغذ دواړه ټوټې په یوه وخت ځمکې ته ورسېدل؟

۳. کوم لامل د دې سبب شو چې د کاغذ پاڼه او سکه د ځمکې په لور لوېږي؟



(2-16) شکل

آزاد سقوط، له ثابت تعجیل سره د حرکت یوه طبیعي بیلګه ده. په دې ډول حرکت کې دحرکت مسیر مستقیم دی او د سقوط پرمهال پرجسم یوازینۍ وارده قوه همغه د جسم وزن دی. که چېرې یوه سکه یوه پاڼه په یوه وخت له یوې ارتفاع څخه د ځمکې په لور خوشې کړو، په یوه وخت ځمکې ته نه رسیږي، خو که چیرې همدا تجربه په خلا کې تر سره کړو، سکه او پاڼه په یوه وخت ځمکې ته رسیږي. د بیلګې په توګه: په خلا کې د یوجسم سقوط او یا د یوې وړې فلزي ګلولې سقوط په هواکې (په یوه مناسب تقریب یا نژدې والي سره) کولای شو سقوط فرض کړو.

(2-16) شکل د یوې ساچمې حرکت د آزاد سقوط پر مهال راښیي چې متوالي زمانو (وقفو) $\Delta t = 1/30\,s$ کې ورڅخه تصویرونه اخیستل شوي دي. نو که چیرې د هوا له مقاومت څخه ورتېرشو، ټول جسمونه د ځمکې سطحې ته په نژدیوالي کې له ثابت تعجیل سره سقوط کوي. چې دا همغه د ځمکې د جاذبې تعجیل دی چې د g په توري ښودل کیږي.

د g له تعجیل سره حرکت ته آزاد سقوط وایي چې د دې تعجیل لوری تل مخ په کښته (د ځمکې مرکز) په لور دی.

د جغرافیایي عرض البلد له مخې د g د تعجیل کچه، یو څه بدلون کوي او د ځمکې له سطحې څخه د ارتفاع په زیاتیدو، کمیږي. د دې تعجیل کچه د ځمکې د سطحې په نژدې کې $9.8\,{}^{m}/_{s^2}$ دی، نوکله ناکله د محاسبې د آسانتیا لپاره، $g = 10\,{}^{m}/_{s^2}$ فرض کیږي.

په آزاد سقوط کې د حرکت او سرعت معادلې، همغه له ثابت تعجیل سره د حرکت معادلې دي. په آزاد سقوط کې، د مکان بدلون د قایم په اوږدوکې دی، د متحرك موقعیت معمولاً په y یا h ښودل کیږي او د حرکت مبدا هغه نقطه ده چې سقوط ورڅخه پیل کیږي.

که چیرې مثبت لوری مخ په کښته وټاکو، د حرکت او سرعت معادله به په لاندې ډول وي:

د حرکت معادله $$y = \frac{1}{2}gt^2 + v_0t ....(2-10)$$

د سرعت معادله $$v = gt + v_0 ....(2-11)$$

څرنګه چې په آزاد سقوط کې تل لومړنی سرعت v_0 مساوي له صفر سره وي، نو د (2-10) او (2-11) رابطې په لاندې توګه لیکل کیږي:

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \quad . \quad . \quad . \quad .(2-12)$$

$$v = gt \quad . \quad . \quad . \quad . \quad .(2-13)$$

د ځمکې په یوه ټاکلې نقطه کې د g قیمت د ټولو جسمونو لپاره یو شی ده، خو دا قیمت د ځمکې د سطحې په مختلفو نقطو کې توپیرلري.

اوس له (2-12) معادلې څخه t په لاس راوړو، په (2-13) رابطه کې یې ږدو.

$$t = \sqrt{\frac{2y}{g}} \quad ....(2-14)$$

$$v = g(\sqrt{\frac{2y}{g}}) = \sqrt{g^2} \times (\frac{\sqrt{2y}}{\sqrt{g}})$$

$$v = \sqrt{2g.y} \quad ....(2-15)$$

له اخرنی رابطې څخه کولای شو د سقوط کوونکي جسم سرعت له دې وروسته چې د y فاصله ووهي، پیدا کړو.

مثال: یوه کوچنی تیږه د ځمکې له 4.9 متري ارتفاع څخه را خوشې کیږي.

الف: پس له څو ثانیو څخه ځمکې ته رسیږي؟

ب: ځمکې ته د رسېدو په وخت کې یې سرعت څو مره دی؟

($g = 9.8 m/s^2$ فرض شي)

$y = 4.9m$

a) $t = ?$

b) $v = ?$

$g = 9.8 \frac{m}{s^2}$

$v_0 = 0$

حل: الف)

$$v_0 = 0 \quad , \quad y = \frac{1}{2}gt^2$$

$$4.9 = \frac{1}{2} \times 9.8.t^2 \Rightarrow t^2 = \frac{9.8}{9.8} \Rightarrow t = 1s$$

تیږه پس له یوې ثانیې څخه ځمکې ته رسیږي.

ب) $v = g.t \Rightarrow v = 9.8 \times 1 = 9.8 m/s$ ځمکې ته د رسېدو پرمهال د تیږې سرعت $9.8 m/s$ دی.

تمرین:

د A او B دوه جسمونه په ترتیب سره له 20 متري او 45 متري ارتفاع څخه د ځمکې پر مخ پر ته له لومړني سرعت څخه په آزاده توګه رالویږي. د هر یو د سقوط وخت څومره دی؟ او د B جسم څو ثانیې د A له جسم څخه مخکې یا وروسته ځمکې ته رسیږي، د هر یو سرعت ځمکې ته د رسېدو په لحظه کې څومره دی؟ ($g = 10 \, m/s^2$ فرض شي)



د دویم څپرکي لنډیز

- د موقعیت وکتور، هغه وکتور دی چې د جسم موقعیت په هره لحظه کې مشخص کوي. د دې وکتور پیل، د وضعیه کمیتونو مبدأ او پای (انجام) یې د جسم موقعیت دی او د $\vec{r}$ په توري ښودل کیږي.
- د یو متحرک د موقعیت بدلون د t_1 او t_2 دوو شېبو (لحظو) تر منځ له هغه وکتور څخه عبارت دی چې پیل یې د t_1 په لحظه کې د متحرک موقعیت او انجام یې د t_2 په لحظه کې د متحرک موقعیت راښیي.
- د موقعیت او د موقعیت د بدلون د اندازه کولو واحد د SI په سیستم کې عبارت له (m) څخه دی.
- منځنی سرعت (V_{av}) په یوه وخت کې د موقعیت له بدلون څخه عبارت دی یا $V_{av} = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$
- د $(x-t)$ په ګراف کې، د دوو نقطو ترمنځ منځنی سرعت د میل له دوو نقطو څخه عبارت دی چې د یوه قطعه خط په مرسته یو له بل سره نښلول شوي وي.
- د سرعت د اندازه کولو واحد په SI سیستم کې له m/s څخه عبارت دی.
- لحظه یي سرعت د منځني سرعت له لیمت څخه عبارت دی، کله چې Δt د صفر خواته نژدې شي، یعني: $V_x = \lim\limits_{\Delta t \to 0} \dfrac{\Delta x}{\Delta t}$

  لحظه یي سرعت کیدای شي مثبت، منفي او یا صفروي.
- د $(x-t)$ په ګراف کې لحظه یي سرعت د t په زمان کې د قطعه خط له میل (تانجانت) څخه عبارت دی.
- منځنی تعجیل (شتاب) د وخت په یوه واحد کې د سرعت له بدلون څخه عبارت دی. که چیرې د سرعت بدلون د Δt په زماني انټروال کې له Δv سره برابر وي، لرو چې: $\bar{a} = \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$

• منځنی تعجیل په هغه صورت کې مثبت دی چې $v_2 > v_1$ شخه او کېدای شي منفي وي که چیرې $v_2 < v_1$ شخه وي اوصفرهغه وخت وي کله چې $v_2 = v_1$ سره وي.

• لحظه يي تعجيل د منځني تعجيل له ليمت شخه عبارت دی، کله چې Δt صفرته تقرب وکړي يعنې:

$$a_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t}$$

• لحظوي سرعت کيدای شي مثبت، منفي او يا صفر قيمتونه هم اختيار کړي.

• کله چې تعجيل ثابت وي، په هغه صورت کې به لحظوي تعجيل له منځني تعجيل سره مساوي وي.

• د $(v-t)$ په گراف کې، لحظوي تعجيل د t په وخت کې د قطعه خط له ميل (تانجانت) شخه عبارت دی.

• د تعجيل د اندازه کولو واحد د (SI) په نړيوال سيستم کې له متر پرثانيه مربع (m/s^2) شخه عبارت دی.

• د حرکت مختلفې معادلې شتون لري چې د اجسامو حرکت له ثابت تعجيل سره پرې شېړلی شو. د حرکت هره معادله د مختلفو توپيرونو لرونکې وي.لکه: سرعت د وخت د تابع په عنوان د $v = v_0 + at$ او منځنی سرعت $\overline{v} = \dfrac{v_0 + at}{2}$ دی

• موقعيت، د t وخت او د (a) تعجيل د تابع په عنوان $x = \dfrac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$

کله چې سرعت د وخت له تابعيت شخه آزاد، خو د موقعيت تابع وي، نو: $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$

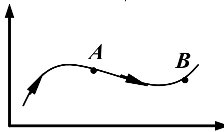
د دويم څپرکي پوښتنې

1 - د موقعيت (مکان) وکتور تعريف کړئ

2 - t_1, t_2 دوو لحظو ترمنځ د مکان د بدلون وکتور تعريف کړئ

3 - په لاندې شکل کې د يوه جسم د حرکت مسير مشاهده کړئ متحرك د t_1 په لحظه کې د A په مکان او د t_2 په لحظه کې د B په مکان کې قرار لرې.

د t_1 او t_2 په لحظو کې د جسم د موقعيت وکتورونه رسم کړئ او د جسم د موقعيت د بدلون وکتور مشخص کړئ.



4 - a : يو موټر په يو دايروي مسير کې د 100 مترو په شعاع حرکت کوي. هغه واټن چې موټر نيمه دوره وهي، څو متره دی؟ د موټر د مسير شکل رسم کړئ او د موقعيت د بدلون وکتور د شکل پرمخ مشخص کړئ او اندازه يې په لاس راوړئ.

b: د موټر د موقعيت بدلون د دايروي مسير په څلورمه برخه کې لاسته راوړئ؟

c: د موټر د موقعيت بدلون په يوه بشپړه دوره کې څومره دی؟

5 - په کوم صورت کې د موقعيت وکتورونه او د موقعيت د بدلون وکتورونه سره هم لوري دي؟

6 - يو متحرك چې د مستقيم خط پرمخ حرکت کوي، د t_1 په لحظه کې د $x_1 = 6m$ په مکان کې او د t_2 په لحظه کې د $x_2 = 7m$ په مکان کې دي. د جسم د موقعيت کچه د t_1 او t_2 دوو لحظو تر منځ محاسبه کړئ.

7 - د $x - t$ د مکان- زمان ګراف څه شی دی؟

8 - د منځني سرعت او لحظوي سرعت ترمنځ توپير څه شی دی او په کوم حالت کې دواړه سرعتونه سره مساوي دي؟

9 - يو ډرېور د دوو ښارونو ترمنځ واټن په لاندې توګه وهي:

په پيل کې د يو ساعت لپاره له $15 m/s$ منځني سرعت سره يې ډريوري کړې او ترهغې وروسته د 10 دقيقو لپاره درېږي. بيا له $20 m/s$ منځني سرعت سره د 30 دقيقو لپاره ډريوری ته دوام ورکوي او پاتې واټن د ساعت په څلورمه برخه کې په منځني سرعت $12 m/s$ ډريوري کوي.

a- د دوو ښارونو ترمنځ واټن څو کيلو متره دی؟

b- منځنی سرعت يې په ټول مسير کې څو کيلو متره پر ساعت دی؟

c- منځنی سرعت يې د ډريوری د ټولې مودې په اوږدوکې څومره دی؟

10 - د یوه موټر سرعت د 20 ثانیو په موده کې د یوه مستقیم مسیر پر مخ له $10 m/s$ څخه تر $18 m/s$ پورې رسیږي.

a- د موټر منځنی تعجیل په دې موده کې څومره دی؟

b- که چیرې د موټر سرعت له همدې تعجیل سره بدلون وکړي، وروسته له څومره مودې به یې سرعت $18 m/s$ ته ورسیږی؟

11 - د یوې فضایي بېړۍ سرعت له 30 ثانیې حرکت څخه وروسته $1200 km/h$ ته رسېږي.منځنی تعجیل یې څومره دی؟ دا تعجیل د $g = 9.8 m/s^2$ څو برابره دی؟

12 - یو موټر په یوه مستقیم مسیرکې له ثابت تعجیل سره په حرکت پیل کوي او پس له 20 ثانیو څخه یې سرعت $36\ hm/h$ ته رسیږي. بیا له همدې سرعت سره د 10 ثانیو لپاره خپل حرکت ته دوام ورکوي. له هغې وروسته ډریور برِک نیسي او پس له 5 ثانیوڅخه دریږي.که چیرې د برِک کولو پر مهال تعجیل ثابت وي:

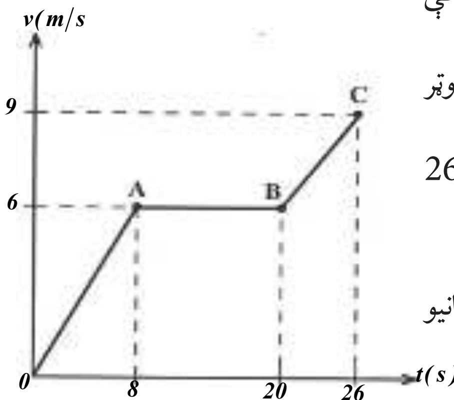
a-د سرعت لورى او د حرکت تعجیل په هر پړاو کې معلوم کړئ.

b-د $(x-t)$ ګراف د حرکت پیل له لحظې څخه د موټر د دریدو تر لحظې پورې رسم کړئ.

13 - لاندې شکل د یومتحرك د $(v-t)$ ګراف په 26 ثانیوکې ښیي.

a- د OA , AB , BC هر پړاو تعجیل څو مره دی؟

b- په زماني انټروال کې یې له صفر څخه تر 26 ثانیو منځنی تعجیل څومره دی؟



14 -یوه ډبره په عمودي ډول مخ پورته خواته غورځول شوې او 10 ثانیې وخت ته اړتیا ده چې بېرته ځمکې ته را وګرځي. دا ډبره په څومره ارتفاع پورته ځي؟

15 - د $x-t$ له ګراف څخه په ګټې اخیستلو سره منځنی سرعت څنګه ټاکي، د شکل په رسمولوسره یې بیان کړئ.

16 - لحظوي سرعت تعریف او د SI په سیستم کې یې د اندازه کولو واحد ذکر کړئ.

17 - د یوه مستقیم خط پرمخ یو ډوله (متشابه) حرکت تعریف او ددې حرکت معادله پیدا کړئ

18 - یو جسم چې پر مستقیم خط حرکت کوي، د حرکت معادله یې د SI په سیستم کې $x = 2t + 3$ ده:

a- له مبدأ څخه د متحرك واټن د $t_1 = 1s$ او $t_2 = 4s$ په لحظو کې پیدا کړئ.
b- د جسم د موقعیت بدلون د دوو لحظو ترمنځ $t_1 = 1s$ او $t_2 = 4s$ محاسبه کړئ.
c- د متحرك سرعت څومتره پر ثانیې دی؟
19 - یو جسم د v په ثابت سرعت د یوه مستقیم مسیر پر مخ حرکت کوي، که چیرې د $t_1 = 2s$ په لحظه کې یې واټن ترمبدأ پورې 11 متره او $t_2 = 7s$ په لحظه کې یې واټن ترمبدأ پورې 38.5 متره وي:
a- د متحرك سرعت او تر مبدأ پورې یې واټن د صفر ثانیې په لحظه کې څومره دی؟
b- د $(x-t)$ رابطه یا د حرکت معادله ولیکئ.
20 - د $(v-t)$ ګراف څنګه رسمیږي؟
21 - منځنۍ تعجیل تعریف او رابطه یې ولیکئ او د اندازه کولو واحد یې په SI سیستم کې ذکر کړئ.
22 - یو متحرك چې د یوه مستقیم مسیر پر مخ حرکت کوي. سرعت یې د $t_1 = 7s$ په لحظه کې $20 m/s$ او د $t_2 = 10s$ په لحظه کې $32 m/s$ سره مساوي دي، د متحرك منځنۍ تعجیل د t_1 او t_2 دوو لحظو ترمنځ حساب کړئ.
23 - لحظه یي تعجیل په څه ډول د $v-t$ ګراف په مرسته ټاکي؟ د شکل له مخې یې توضیح کړئ.
24 - یوجسم د ځمکې د سطحې له 520 متري ارتفاع څخه په لومړني $2 m/s$ سرعت په عمودي ډول د ځمکې پر مخ په ښکته لور غورځول کیږي.
a- د ځمکې سطحې ته د جسم د رسېدو وخت حساب کړئ.
b- د جسم سرعت ځمکې ته د رسېدو په وخت کې حساب کړئ.
25 - د A او B دوه جسمونه په ترتیب سره له 500 متري او 320 متري ارتفاع څخه د ځمکې د سطحې په لور پرته له لومړني سرعت څخه په یوه وخت کې خوشې کیږي.
a- د A جسم څو ثانیې وروسته د B له جسم څخه د ځمکې سطحې ته رسیږي؟
b- د هر یوه سرعت د ځمکې سطحې ته د رسېدو په وخت کې محاسبه کړئ.
26 - یوه کوچنۍ ګلوله له لوړې ودانۍ څخه خوشې کیږي، کله چې د ځمکې پرمخ 40 متري ارتفاع ته رسیږي، سرعت یې $10 m/s$ کیږي.
a- د جسم سرعت ځمکې ته د رسېدو په لحظه کې حساب کړئ.
b- د ودانۍ لوړوالی (ارتفاع) پیدا کړئ.
c- د ګلولې د منځنۍ سرعت سقوط (په موده کې) (د $40m$ لوړوالي څخه تر ځمکې پورې) وټاکئ.
d- د $(x-t)$ ګراف یې رسم کړئ.

دوه بعدي حرکتونه

په مخکيني څپرکي کې مو تر يوې اندازې يوه بعدي حرکت مطالعه کړ او د موقعيت، د موقعيت بدلون، منځني سرعت او... کميتونو سره بلد شوو او يو نواخت او له ثابت تعجيل سره حرکتونه مو د يوه مستقيم خط پر مخ وڅېړل، خو په دې بايد پوه شو چې په ورځني ژوندانه کې تر هر څه ډېر له هغو حرکتونو سره مخامخ يو چې په دوو يا دريو بعدونو کې تر سره کيږي او د هغو څېړل موږ ته ډېر اهميت لري.

د لمر پر شاوخوا د يوې سيارې حرکت او يا د موټر حرکت د يوې جادې په ګولايي کې او د يو توپ د ګلولې حرکت چې کله ويشتل کيږي او ... د دوه بعدي حرکت مثالونه دي. په دوو بعدونو کې حرکت څه شی دی؟ څنګه کولای شو دوه بعدي حرکتونه تحليل کړو؟ دوه بعدي حرکتونه څنګه د رياضي په ژبه بيانولی شو؟ له دوه بعدي حرکتونو څخه په ورځني ژوندانه کې څه ګټه اخېستلای شو؟ دا هغه پوښتنې دي چې له تاسو څخه يې د څپرکي په پای کې د ځوابونو توقع کېدای شي. مخکې مو وليدل چې د جسم موقعيت په يوه سطحه کې د $\vec{r}$ په وکتور ښودل کيږي. دا وکتور کولای شو په لاندې ډول وليکو:

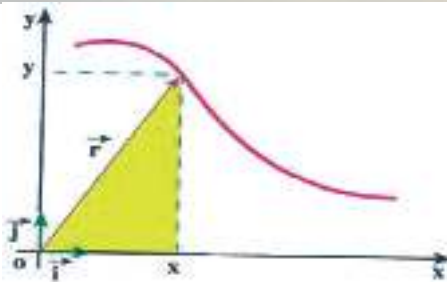
$$\vec{r} = x\,\vec{i} + y\,\vec{j} \quad .... (3\text{-}1)$$

چې په دې کې $\vec{i}$ او $\vec{j}$ په ترتيب سره د x او y په لورو د واحد وکتورونو څخه عبارت دي.

څرنګه چې د جسم د حرکت پرمهال، د مکان وکتور بدلون کوي، د حرکت پر مهال د جسم د مکان د تشخيصولو لپاره کافي ده چې د x او y مرکبې د زمان د تابع ګانو په څېر ولرو:

$X = f(t)$ او $Y = g(t)..........(3-2)$ د (3-2) رابطې د يوه جسم د حرکت معادلې په دوو بعدونو کې ښيي او څرګنده ده چې په هر دوه بعدي حرکت کې د مکان وکتور هم د زمان يوه تابع ده يعنې: $\vec{r} = f(t)\,\vec{i} + g(t)\,\vec{j}$

په حقيقت کې ويلای شو چې په يوه مستوي (صفحه) کې حرکت د يو بعدي دوو حرکتونو ترکيب د x او y په اوږدوکې دي چې د اړوندو معادلو په لرلوسره يې مکان (موقعيت) د جسم په ټولو لحظوکې معلوم او په پايله کې د جسم د حرکت مسير مشخص کيږي. لکه د (3-1) شکل.



(3-1) شکل



څېړنه وکړئ:

فرض کړئ چې په یوه لنډه موده کې، د کيشپ (سنگ پشت) د حرکت معادلې د SI په سیستم کې د $x = 10t$ او $y = -5t^2$ په توگه دی. د دې کشپ د حرکت مسیر په بېلابېلو ډلوکې د نقطې پیداکولو له لارې د 0 څخه تر 5 ثانیو زماني انټروال کې رسم کړئ.

3-1: د مکان بدلون او منځنی سرعت

په دوه بعدي حرکتونو کې د مکان بدلون او منځنی سرعت څنگه څېړلی شو؟ کوم توپیرونه د مکان د بدلون او منځني سرعت تر منځ په یو بعدي او دوه بعدي حالتونو کې شتون لري؟

په دوه بعدي حرکتونوکې د مکان د بدلون او منځني سرعت د څېړلو لپاره، فرض کړئ چې متحرك له (3-3)شکل سره سم د t_1 په لحظه کې د $\vec{r_1}$ مکان د A په نقطه کې او د t_2 په لحظه کې د $\vec{r_2}$ مکان د B په نقطه کې دي. لکه څنگه چې په دویم څپرکي کې مو ولوستل، هغه وکتور چې د A له نقطې څخه B ته رسمیږي، د جسم د مکان بدلون په $\Delta t = t_2 - t_1$ زماني انټروال کې راښيي.

دا وکتور چې د (3-3) په شکل کې هم رسم شوی دی، له لاندې را بطو څخه لاسته راځي.

څرنگه چې: $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{i}$ دی

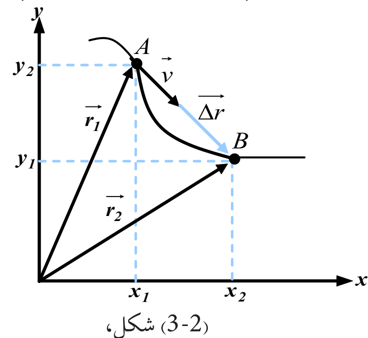
$$\vec{\Delta}_r = \vec{r_2} - \vec{r_1} .....(3-4)$$

$$\vec{\Delta}_r = (x_2\vec{i} + y_2\vec{j}) - (x_1\vec{i} + y_1\vec{j})$$

$$\vec{\Delta}_r = x_2\vec{i} + y_2\vec{j} - x_1\vec{i} - y_1\vec{j} = (x_2 - x_1)\vec{i} + (y_2 - y_1)\vec{j}$$

$$\vec{\Delta}_r = \Delta x\vec{i} + \Delta y\vec{j}$$

$$\vec{\Delta}_r = (\Delta x)\vec{i} + (\Delta y)\vec{j} .....(3-5)$$



(3-2) شکل،

د منځني سرعت او د مکان بدلون وکتورونه هم لوري دي.

د جسم منځني سرعت په یو ټاکلي زماني انټروال کې د یو بعدي حالت په څېر په لاندې ډول تعریف کیږي:

$$\vec{v} = \frac{\vec{\Delta r}}{\Delta t} ....(3-6)$$

د (3-5) له رابطې څخه په گټې اخیستلو منځنی سرعت کولای شو په لاندې ډول ولیکو:

$$\vec{v} = (\frac{\Delta x}{\Delta t})\vec{i} + (\frac{\Delta y}{\Delta t})\vec{j} ....(3-7)$$

که چیرې $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ په $\overline{V_x}$ او $\frac{\Delta y}{\Delta t}$ په $\overline{V_y}$ وښیو، په پایله کې د (3-7) رابطه په لاندې ډول لیکلای شو:

$$\vec{v} = (\vec{v_x})\vec{i} + (\vec{v_y})\vec{j} ....(3-8)$$



فعاليت:

د (2-3) شکل په بيلابيلو ډلوکې تحليل کړئ او ووايئ چې د منځنۍ سرعت وکتور او د مکان د بدلون وکتور هم لوري دي؟ او بيا وروسته دې د هرې ډلې استازى په ټولګي کې په جلا توګه څرګندوني وکړي.

مثال: د يوه جسم د حرکت معادلې په دوو بعدونوکې له لاندې رابطو سره د SI په سيستم کې ورکړل شويدي:

$$X = 2t \quad , \quad y = -t^2 + 4t$$

a- د جسم د مکان وکتور د $t_1 = 1s$ او $t_2 = 2s$ په لحظوکې پيداکړئ.

b- منځنۍ سرعت يې د 1 او 2 ثانيې ترمنځ په زماني انټروال کې وټاکئ او اندازه يې حساب کړئ.

حل: a) په $t_1 = 1s$

$$x_1 = 2m \quad \text{او} \quad y_1 = 3m$$

$$\vec{r}_1 = 2\vec{i} + 3\vec{j}$$

په همدې ترتيب په $t_2 = 2s$

$$x_2 = 4m \quad \text{او} \quad y_2 = 4m$$

$$\vec{r}_2 = 4\vec{i} + 4\vec{j}$$

b) د 1 او 2 ثانيې ترمنځ په زماني انټروال کې:

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 4 - 2 = 2m$$

$$\Delta y = y_2 - y_1 = 4 - 3 = 1m$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 2 - 1 = 1s$$

$$\overline{V}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2m}{1s} = 2\frac{m}{s} = 2\vec{i}$$

$$\overline{V}_y = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{1m}{1s} = 1\frac{m}{s}$$

$$\vec{V} = \vec{V}_x + \vec{V}_y = 2\vec{i} + \vec{j}$$

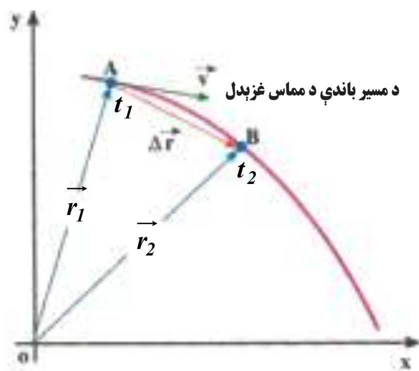
$$(\overline{V})^2 = (\overline{V}_x)^2 + (\overline{V}_y)^2 = 2^2 + 1^2 = 5 \Rightarrow \overline{V} = \sqrt{5} \approx 2.23\frac{m}{s}$$

تمرين: فرض کړئ چې په يو لنډ وخت کې د يوې سوبې د حرکت معادلې د SI په سيستم کې د $x = 10t$ او $y = -2t^2$ په توګه دي. د دې سوبې منځنۍ سرعت د 0 څخه تر 2 ثانيې زماني انټروال کې پيداکړئ.

لحظوي سرعت

په دوه بعدي حرکتونوکې لحظوي سرعت څرنګه تحلیل او ارزولی شو؟ لحظوي سرعت په دوه بعدي او یو بعدي حرکت کې کوم توپیرونه لري؟

په دوو بعدونوکې د لحظوي سرعت د څېړلو لپاره د (3-3) شکل په نظر کې ونیسئ. دا شکل د جسم حرکت د کږې لیکې (منحني) پر مسیر راښیي.



شکل (3-3)

د جسم موقعیت د t_1 او t_2 په دوو لحظوکې مشخص شوی دی. مخکې مو یادونه کړې وه چې د منځني سرعت وکتور په یوه ټاکلي زماني انټروال کې د هغې د اړوند موقعیت له بدلون سره، هم لوري دي.

لکه څنګه چې په مخکیني څپرکي کې د یو بعدي حرکت په هکله هم وویل شول، که چیرې د Δt زماني انټروال کوچنی او تر ټولو کوچنی شي، منځني سرعت له لحظوي سرعت سره نژدې او ډېر نژدې کیږي. یعنې د ریاضي په ژبه، د لحظوي سرعت وکتور د منځنی سرعت له لیمت څخه عبارت دی، کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي. یعنې:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \to 0} (\bar{\vec{v}}) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3-9)$$

په بل عبارت ویلای شوچې (لحظوي سرعت، د زمان له نظره د جسم د مکان وکتور له مشتق څخه عبارت دی) یعنې:

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3-10)$$

نو له دې امله کله چې په یو لیمت کې Δt د صفر خوا ته تقرب وکړي، د (3-5) له رابطې څخه په ګټې اخېستلو سره کولای شو د جسم لحظوي سرعت د هغه د مرکبو پر بنسټ د x او y په دوو امتدادونوکې لاسته راوړو، یعنې:

$$\vec{v} = \left(\frac{dx}{dt}\right)\vec{i} + \left(\frac{dy}{dt}\right)\vec{j}$$

$$\vec{v} = (v_x)\vec{i} + (v_y)\vec{j} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3-11)$$

نوله دې امله ګورو چې د منځني سرعت وکتور د مکان د بدلون له وکتور سره هم لوري دي، نو په یو لیمت کې چې Δt د صفر لوري ته تقرب کوي، د لحظوي سرعت وکتور به د حرکت پر مسیر د Aپه نقطه کې مماس شي. په پایله کې کله چې یوجسم د کږې لیکې (منحني) په مسیر کې حرکت کوي د سرعت د وکتور لوري یې چې تل د حرکت پرمسیر مماس دی، په هره لحظه کې بدلون کوي. تر دې وروسته د لحظوي سرعت وکتور ته سرعت وایو.

مثال: یو موټر چې د $x\,o\,y$ په افقي صفحه کې حرکت کوي، د حرکت معادلې یې د SI په سیستم کې په لاندې ډول دي: $y = 4t^2$ او $x = 6t + 5$ د موټر د سرعت کچه په $t = 1s$ کې لاس ته راوړئ:

حل: د (3-4) له رابطې څخه په ګټې اخیستلو سره د سرعت مرکبې په لاس راځي:

$$V_x = \frac{dx}{dt} = 6\,m/s \quad \text{او} \quad V_y = \frac{dy}{dt} = 8t$$

لکه چې لیدل کیږي د سرعت افقي مرکبه د زمان تابع نده او ثابته کچه لري، خو د سرعت قایمه مرکبه، د زمان تابع ده او کچه یې په $t = 1s$ کې برابره ده له: $V_y = 8\,m/s$، نو د سرعت کچه په $t = 1s$ کې برابره ده له: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10\,m/s$ سره.

3-2: منځنی تعجیل او لحظوي تعجیل

مخکې مو ولوستل کله چې د جسم سرعت بدلون وکړي، حرکت تعجیلي دی. د سرعت بدلون کېدای شي د سرعت په کچه کې د بدلون په معنا یا د سرعت په لورې کې بدلون او یا دواړه وي. وموليدل کله چې د جسم حرکت د منحني مسیر پرمخ دي، په داسې حال کې چې د جسم سرعت بدلون نه کوي، خو د سرعت لوري یې هرومرو بدلون کوي، نو له دې امله که چیرې د سرعت قیمت اندازه هم بدلون ونکړي، کیدای شي حرکت تعجیلي وي. لکه، د منحني مسیر پرمخ حرکت چې په هغه کې یوازې د حرکت لوری بدلون کوي چې یو تعجیلي حرکت دی.



خیړنه وکړئ:

د تعجیلي حرکتونو د دوو مثالونو په هکله څېړنه وکړئ چې په هغوکې دسرعت کچه بدلون ونه کړئ.

د (3-4-a) په شکل کې د سرعت وکتورونه د t_1 او t_2 په دوو لحظوکې د مسیر پرمخ ښودل شوي دي.

د سرعت د بدلون د محاسبې لپاره د $\Delta t = t_2 - t_1$ په زماني انټروال کې په (3-4) شکل کې د o' له نقطې څخه له $\vec{v}_1$ او $\vec{v}_2$ سره مساوي وکتورونه رسموو او $\Delta\vec{v}$ په لاس راوړو. د یو بعدي حرکت په څېر، د منځني تعجیل وکتور د Δt په زماني انټروال کې په لاندې توګه تعریفوو:

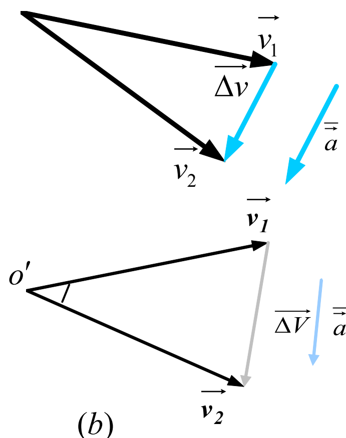
$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} \text{.............}(3-12)$$

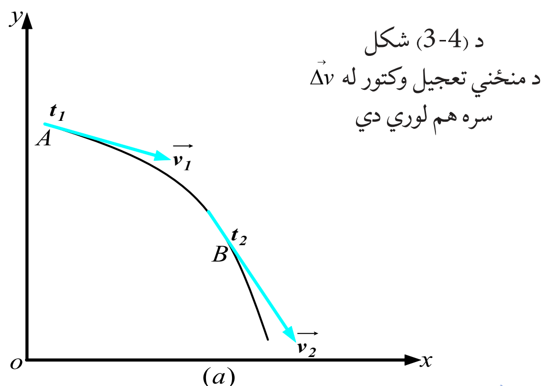
د (3-11) له رابطې څخه په ګټې اخېستلو سره لرو چې:

$$\vec{a}=(\frac{\Delta v_x}{\Delta t})\vec{i} + (\frac{\Delta v_y}{\Delta t})\vec{j}$$

او یا:

$$\vec{\bar{a}}=(\bar{a}_x)\vec{i}+(\bar{a}_y)\vec{j} \text{ ....}(3-13)$$ (منځنی شتاب)





د (3-4) شکل
د منځني تعجیل وکتور له $\vec{\Delta v}$
سره هم لوري دي



بحث وکړئ:

د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې په دې هکله چې ولې د منځنی تعجیل وکتور له $\vec{\Delta V}$ سره هم لوري دي، بحث وکړئ او پایله یې په ټولګي کې وړاندې کړئ.

لکه څنګه چې پوهېږو لحظوي تعجیل د t_1 په لحظه کې کولای شو د منځنی تعجیل د لیمت په شکل چې Δt د صفر لورته تقرب وکړي، لیکو. یعني:

$$\vec{a}=\lim_{\Delta t\to 0}(\vec{\bar{a}})=\lim_{\Delta t\to 0}(\frac{\vec{\Delta v}}{\Delta t}) \text{......}(3-14)$$

پورتنۍ رابطه د مشتق مفهوم ته په پام کولو سره کولای شو په لاندې توګه ولیکو:

$$\vec{a}=\frac{d\vec{v}}{dt} \dots(3-15)$$

$$\vec{a}=\frac{d^2(\vec{r})}{dt^2} \text{.........}(3-16)$$

د (3-13) رابطې په مرسته کولای شو ولیکو چې:

$$\vec{a}=(\frac{dv_x}{dt})\vec{i}+(\frac{dv_y}{dt})\vec{j} \text{..........}(3-17)$$

چې په دې کې $a_x = \frac{dv_x}{dt}$ او $a_y = \frac{dv_y}{dt}$ د لحظوي تعجيل له مرکبو څخه عبارت دي.
او په پايله کې:

$$\vec{a} = (a_x)\vec{i} + (a_y)\vec{j} \quad ....(3-18)$$

د (3-12) رابطه دا ښيي چې $\vec{a}$ او $\Delta\vec{v}$ هم لوري دي، خو لکه څنګه چې د (3-4-b) په شکل کې ښودل شوي دي، د منحني مسير پرمخ حرکت کې هيڅ کله د منځنی تعجيل وکتور $(\vec{a'})$، د سرعت له وکتورونو ($\vec{v_1}$ يا $\vec{v_2}$) سره هم لوري نه دي، کله چې Δt د صفر لورته تقرب کوي او $\vec{v_2}$ وکتور د $\vec{v_1}$ له وکتور سره ډېر نږدې کېږي، بيا هم تعجيل له لحظوي سرعت سره هم لوری نه دی.



فعاليت:

د ټولګي په مختلفو ډلوکې، د ګراف پرمخ وښيئ چې د منحني مسير پرمخ د ثابت سرعت د حرکت پر مهال،کله چې Δt صفر لوري ته تقرب وکړي، $\Delta\vec{v}$ پر $\vec{v}$ عمود دی.

مثال: د يوه جسم د دوه بعدي حرکت معادله په SI سيستم کې په لاندې ډول ده:

$$\begin{cases} x = 20\,t^2 \\ y = -5\,t^3 \end{cases}$$

د سرعت او تعجيل وکتورونه يې په $t = 1s$ کې پيداکړئ.آيا دا دواړه وکتورونه هم لوري دي؟

حل: د سرعت وکتور د ټاکلو لپاره په لومړي پړاوکې د V_x او V_y مرکبې په $t = 1s$ کې دا رنګې په لاس راوړو:

$$v_x = \frac{dx}{dt} = 40t \xrightarrow{t=1s} v_x = 40\, m/s$$

$$v_y = \frac{dy}{dt} = -15t^2 \xrightarrow{t=1s} v_y = -15\, m/s$$

په پايله کې دلحظوي سرعت وکتور به په $t = 1s$ کې په دې ډول وي: $\vec{v} = 40\,\vec{i} - 15\,\vec{j}$

د تعجيل د وکتور د ټاکلو لپاره هم د تعجيل مرکبې يعنې، a_x او a_y دارنګه پيداکوو:

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = 40\, m/s^2 \qquad a_y = \frac{dv_y}{dt} = -30t$$

$$\xrightarrow{t-1s} a_y = -30.1 = -30\frac{m}{s^2}$$

لکه څنګه چې وینو a_y د t زمان تابع دی او په $t = 1s$ کې برابر دی له: $a_y = -30\,m/s^2$

په پایله کې د تعجیل وکتور به په $t = 1s$ کې په دې ډول وي: $\vec{a} = 40\,\vec{i} - 30\,\vec{j}$

د $\vec{a}$ او $\vec{v}$ وکتورونو له مقایسې څخه د $t = 1s$ په زمان کې کولای شو دا پایله ترلاسه کړو چې دا دوه وکتورونه سره موازي نه دي.

3-3: غورځوونکي (پرتابي) حرکتونه

غورځوونکي (پرتابي) حرکتونه څه ډول حرکتونه دي؟ غورځوونکي حرکتونه په فضا کې څه ډول مسیر وهي؟ یو غورځول شوی (وارشوي) جسم اوهغه مسیر چې په هوا (فضا)کې یې وهي، د حرکت د مختلفو ډولونو یوه بیلګه ده چې هر انسان د ماشو متوب له پیل څخه په عمل کې ورسره سر اوکار لري.
د غورځوونکي حرکت د دوه بعدي حرکت یو ډول دی. د دوه بعدي حرکتونو د مطالعې او تحلیل لپاره په لومړي پړاوکې باید لاندیني درې فرضیې په پام کې ونیسو:

1. جاذبه یي تعجیل (g)، د جسم د حرکت په سیمه (محدوده) کې ثابت او لوری یې مخ په ښکته دی.

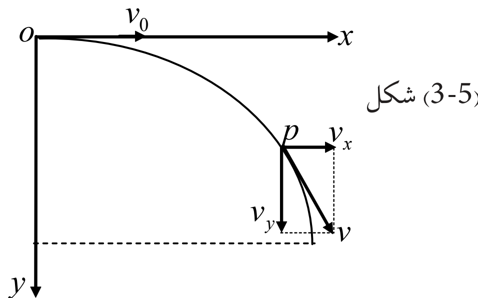
2. د هوا د مقاومت له اغېزې څخه کولای شو صرف نظروکړو.

3. د ځمکې څرخېدل په دې حرکت اغیزه نه لري.

یوه له اصطلاحاتو څخه چې په غورځوونکو حرکتونوکې ورسره ډېر مخامخ کیږو عبارت له غورځول شوي جسم څخه دي، غورځول شوی جسم هغه جسم دی چې په پیل کې په لومړني سرعت سره غورځول کیږي او یا د یوې ضربې له امله په یو لوري کې حرکت پیل کړي او بیا وروسته د جاذبې د قوې تر اغېز لاندې تعجیلي حرکت (کم له کمه د وضعیه کمیتونو د یو محور په اوږدوکې) ولري. هغه مرمی چې له ټوپک څخه راوځي، یوه تیره چې په یوه زاویه غورځول کیږي، د اوبو بهیدل چې له یوه سوري څخه فواره یا داره جوړوي، دا ټول د غورځوونکي (پرتابي) حرکت بیلګې دي چې په فضا کې پارابول شکله مسیر وهي. وروسته به وګورو چې د دې مسئلې ثابتول چې د غورځول شوو حرکتو مسیر، پارابول دي د ریاضي له لارې آسانه دي.

افقي غورځول (ویشتل)

څه فکر کوئ که چیرې یو جسم د یو برج له سره په افقي امتداد کې د v_0 په لومړني سرعت سره وغورځوو، څه پېښنه به رامنځ ته شي؟ هغه مسیر چې غورځول شوی جسم یې وهي، څرنګه مسیر به وي؟ یو جسم د قایم مختصاتو (x, y) له مبدأ څخه د v_0 له لومړني سرعت سره د x له محور سره په موازي ډول د لاندې شکل په څېر غورځوو. لیدل کیږي چې غورځول شوی جسم خپل حرکت ته په افقي توګه دوام نه ورکوي، بلکې ورو ورو په ښکته لور راکښل کیږي. یعنې غورځول شوی جسم شېبه په شېبه د ځمکې



(3-5) شکل

د جاذبې لخوا مخ په ښکته راکښل کیږي چې په پای کې له ځمکې سره تصادم کوي. په دې ډول حرکت کې د غورځول شوي جسم سرعت د v_x او v_y دوو وکتورونو له ترکیب څخه ترمطالعې لاندې ونیسو. لکه څنګه چې غورځول شوی جسم منظم مستقیم الخط حرکت د x محور په اوږدوکې د v_0 په لومړني سرعت تر سره کوي او د y د محور په اوږدوکې د ځمکې د جاذبې قوې تر اغېز لاندې وي، نو له دې امله د غورځول شوي جسم معادلې د x او y محورونو په لوروکې عبارت دي له :

$$x = v_0 t \ldots\ldots(3-19)$$

$$y = \frac{1}{2} g t^2 \ldots.(3-20)$$

که چیرې د t قیمت د (3-19) رابطې څخه پیداکړو او د (3-20) په رابطه کې یې وضع کړو، وبه وینو چې:

$$y = \frac{1}{2} g \cdot \frac{x^2}{v_0^{\,2}} \ldots\ldots\ldots\ldots(3-21)$$

څر نګه چې $\frac{g}{2v_0^2}$ یو ثابت کمیت دی، هغه په c ښیو، د (3-21) رابطه لاندې شکل نیسي:

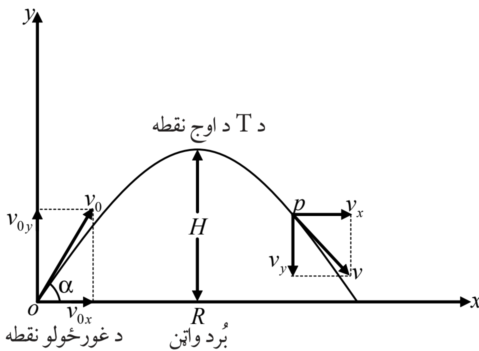
$$y = cx^2 \ldots\ldots\ldots \quad (3-22)$$

د (3-22) له معادلې پایله ترلاسه کیږي چې په افقي توګه غورځول شوی جسم د حرکت مسیر عبارت له یو پا رابول څخه دي. د (3-20) له رابطې څخه څرګندیږي چې په افقي ویشتلو کې هغه وخت چې غورځول شوي جسم یې مخ په ښکته د y د واټن په وهلو کې ترسره کوي، برابر دی له هغه وخت سره چې نو موړي جسم په آزاده توګه سقوط وکړي او همغه د y واټن په عمودي توګه ووهي.

3-4: مایل غورځول (ویشتل)

مایل غورځول (پرتاب) څه ډول غورځول دي؟ د افقي غورځوني او مایل غورځولو ترمنځ کوم توپیر شته؟ د (3-3) په برخه کې غورځول د افق په امتداد کې تربحث لاندې ونیول شول. د افقي غورځولو په حالت کې هغه زاویه چې د لومړني سرعت وکتورېې د x محور له مثبت لوري سره وي یعنې، $\alpha = 0$ وه، خو د مایل غورځولو پر مهال د غورځولو زاویه د صفر خلاف وي. $\alpha \neq 0$

په مایل غورځولو کې د v_0 وکتور د x او y د دوو محورونو پرمخ په دوو مرکبو تجزیه کوو. د دې حرکت د دقیقې مطالعې لپاره د وضعیه کمیتونو د مختصاتو سیستم د (3-7) شکل په څېر په نظر کې نیسو چې مبدأ یې د غورځولو لومړني محل، د x محور یې په افقي لوري او د y محورېې په قایم لوري او مخ په پورته وي. د محورونو په دې ټاکلو کې لکه څنګه چې تعجیل د y د محور په لوري کې له $(-g)$ سره او د x د محور په لوري کې صفر دی، نو کولای شو ولیکو چې:



(3-6) شکل

$$a_y = -g \ldots\ldots\ldots (3-23)$$
$$a_x = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots (3-24)$$

غورځول شوی جسم د $t = 0$ د زمان په مبدأ کې د مختصاتوله مبدأ (پیل) څخه د v_0 په لومړني سرعت نسبت افق ته په αزاویې غورځول کیږي. په دې حالت کې د لومړني سرعت د x او y مؤلفې عبارت دي له:

$$v_{0y} = v_0 \sin\alpha \ldots\ldots\ldots\ldots (3-25)$$

$$v_{0x} = v_0 \cos\alpha \ldots\ldots\ldots\ldots (3-26)$$

$a_x = 0$ دي، یعنې د x افقي لوري کې د $v_0 \cos\alpha$ له ثابت سرعت سره تر سره کیږي، نو له دې امله د غورځول شوي جسم د حرکت او سرعت معادلې به د x د محور په لوري په لاندې ډول وي:

$$x = (v_0 \cos\alpha)\, t \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3-27)$$

$$v_x = v_0 \cos\alpha = cons\tan t \ldots\ldots\ldots\ldots (3-28)$$

او لکه څنګه چې وویل شول د y په قایم لوري کې حرکت، د $(-g)$ له ثابت تعجیل سره دي. د اجسامو د آزاد سقوط له رابطو څخه په ګټې اخیستلو سره د غورځول شوي جسم د حرکت معادلې به د y په لوري هم په لاندې ډول وي.

$$y = -\frac{1}{2} g t^2 + (v_0 \sin\alpha) t \ldots\ldots\ldots\ldots (3-29)$$

$$v_y = -gt + v_0 \sin\alpha \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3-30)$$

له (3-27) څخه تر (3-30) پورې څلور معادلې، د t په هره شېبه کې د x او y محورونو په استقامت د غورځول شوي جسم د حرکت او سرعت معادلې دي.
که چيرې د حرکت په معادلو کې د x او y لپاره په دوه بعدي حرکتونوکې زمان حذف شي، د حرکت مسير معادله لاس ته راځي. له دې لارې څخه په ګټې اخېستلو سره د xoy د صفحې پرمخ د غورځوني د حرکت د مسير معادله دا ډول په لاس راځي:
د t قيمت د (3-27) له رابطې څخه اخلو او په (3-29) رابطه کې يې وضع کوو.

$$t = \frac{x}{v_0 \cos\alpha}$$

$$y = -\frac{1}{2} g \left(\frac{x}{v_0 \cos\alpha}\right)^2 + v_0 \sin \propto \left(\frac{x}{v_0 \cos\alpha}\right)$$

$$y = tg\alpha \cdot x - \frac{g}{2{v_0}^2 \cos^2 \alpha} \cdot x^2 \quad \text{اويا} \quad y = -\frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} + x \tan\alpha \,.........(3-31)$$

د (3-31) معادله راښيي چې د غورځوني د حرکت مسير، له پارابول څخه عبارت دی. (ولې؟) هغه افقي واټن چې غورځول شوی جسم يې وهي، تر څو بېرته د غورځوني لومړنی ارتفاع $y = 0$ او يا ځمکې ته وګرځي، د غورځول کېدونکي جسم د (Range) په نامه يادوي او هغه د R په توري ښيي.

لومړنی ارتفاع ته د بېرته ګرځېدو د نقطې مختصې شکل ته په پام کولو سره، د $\begin{bmatrix} X = R \\ Y = 0 \end{bmatrix}$ په توګه دي.

د (3-31) په رابطه کې د دې قيمتونو په وضع کولو سره کولای شو وليکو چې :

$$0 = \frac{-g(R)^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} + (R)\tan\alpha \Rightarrow \frac{g(R)^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} = R\tan\alpha$$

$$R = \frac{2v_0^2 . \cos^2 \alpha}{g} . \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$$

$$R = \frac{v_0^2 \cdot 2\sin\alpha \cdot \cos\alpha}{g}$$

ځکه چې:

$$\sin 2\alpha = 2\sin\alpha \cos\alpha$$

نو:

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} ....(3-32)$$



بحث وکړئ:

د (3-31) رابطـه د $f(x)=ax^2+bx+c$ لـه معادلې سـره پرتله کړئ او د حرکت د مسـیر په اړه یې په خپلوکې بحث وکړئ او پایله یې ټولګي ته وړاندی کړئ.



فعالیت:

د اړتیا وړ مواد: نقاله، خط کش یا متر، د ماشومانو د لوبوتو تومانچه، پلاستیکي ګلولې او میز.

کړنلاره: زده کوونکي دې په دريې ډلو ووېشل شي. لومړۍ ډله دې د (o) له نقطې څخه د 25° زاويې لاندې، دويمـه ډلـه دې د (o) له نقطې څخـه د 45° زاويې لاندې، دريمه ډله دې د (o) لـه نقطې څخه د 65° زاويې لاندې فیر وکړي، کله چې مرمی پرځمکه ولګېده. د (o) د ويشـتلو نقطې او د لګېدو د نقطې (x_{max}) ترمنځ واټن د خط کش یا متر په مرسته اندازه او نوټ کړئ. هره ډله دې د خپل کار پایلې یوله بله سره پرتله کړي اوعمومي پایله دې د ښوونکي په مخ کې ټولګي ته وړاندې کړي.



بحث وکړئ:

ويشتل کېدونکی جسم، تر څو درجو زاويې لاندې وغورځول شي، ترڅو اعظمي رنج (افقي واټن) ووهي؟

د اوج (تر ټولو لوړه) نقطه (اعظمي ارتفاع) د غورځولو په حرکت کې، ترټولو لوړه نقط ده چې غورځول شوی جسم ورته رسیږي. د (3-6) په شکل کې د اوج د نقطې ارتفاع په H ښودل شوې، د y په لور د اوج په نقطه کې سرعت صفر دی، ولې؟ د (3-30) رابطې څخه لرو چې:

$$o=-gt+v_0\sin\alpha$$

$$t=\frac{v_0\sin\alpha}{g}\quad........(3-33)$$

له دې فورمول څخه په کار اخیستلو سره کولای شو ترټولو لوړه (اوج) نقطې ته د غورځول شوي جسم د رسیدو وخت لاس ته راوړو. په (3-29) معادله کې د نوموړې وخت t په ایښودلو سره د اوج د نقطې ارتفاع په لاس راځي:

$$H=-\frac{1}{2}g\left(\frac{v_0\sin\alpha}{g}\right)^2+(v_0\sin\alpha)\left(\frac{v_0\sin\alpha}{g}\right)$$

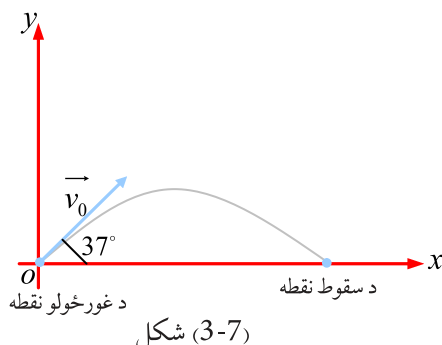
$$H=\frac{-v_0^2\sin^2\alpha+2v_0^2\sin^2\alpha}{2g}$$

$$H=\frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g}\quad........(3-34)$$

مثال: د فوټبال یو لوبغاړي، یوه توپ نسبت افق ته تر 37° زاویې لاندې په $10m/s$ لومړني سرعت شوټ کوي. له دې فرضولو سره چې توپ د xoy په صفحه کې حرکت وکړي او د هوا مقاومت کم وي:

a- د اوج نقطې ته د توپ د رسېدو زمان په لاس راوړئ.

b- پس له څومره مودې به توپ بېرته ځمکې ته راوګرځي؟ $(\sin 37^\circ = 0.6)$



(3-7) شکل

حل: الف) د مسیر د اوج په نقطه کې لرو چې:

$$v_y = -gt + v_0 \sin \hat{\propto}$$

$$0 = -9.8t + 10 \times 0.6 \quad \Rightarrow \quad t = \frac{6}{9.8} \cong 0.6s$$

ب: بېرته ځمکې ته راګرځېدل $y = 0$ دي، یعنې:

$$y = -\frac{1}{2}gt^2(v_0 \sin \propto)t \qquad -4.9t_2 + 6 = 0$$

$$0 = -4.9t^2 + (10 \times 0.6)t \qquad 4.9t_2 = 6 \Rightarrow t_2 = \frac{6}{4.9}$$

$$t(-4.9t + 6) = 0 \Rightarrow t_1 = 0 \quad , \quad t_2 = 1.2244 \Rightarrow t_2 = 1.2s$$

چې په دې کې $t_1 = 0$ د توپ د غورځولو د وخت اړوند او $t = 1.2s$ پر ځمکې د پنډوسکي د لګېدو د وخت اړوند(د ټول حرکت زمان) دی.

تمرین: د غورځولو (ویشتلو) په حرکت کې

1. د غورځول شوي جسم تر ټولو لرې واټن د ____________ له رابطې څخه لاس ته راځي.

2. د اوج نقطې ته د غورځول شوي جسم د رسېدو زمان د ________________ له رابطې څخه لاس ته راځي.

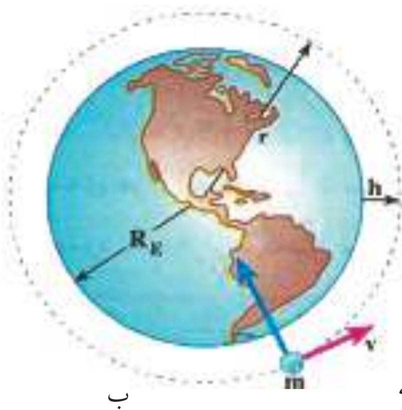
3-5: دایروي حرکت

دایروي حرکت څه شی دی؟ دایروي حرکتونه په ورځني ژوندانه کې د کارولو کومې بیلګې لري؟ کله تاسو د ماشومانو د لوبو ټالونه او مچنوغزه لیدلي دي چې څه ډول حرکتونه تر سره کوي؟

په دایروي مسیر کې د یوه جسم حرکت، په دوو بعدونو(مخونو) کې د حرکت یوه بله بیلګه ده. د دې حرکت ډېرې بیلګې هره ورځ ګورو. د ځمکې پر شاوخوا د سپوږمۍ د حرکت مسیر، د هستې پر شاوخوا د الکترون حرکت او د ځینو مصنوعي سپوږمۍ حرکت د ځمکې پر شاوخوا د دایروي حرکت نسبي ډولونه دي. د کور په ځینو وسایلو، لکه: د جامو مینځلو په ماشین کې، له مېوو څخه د اوبو ویستلو ماشین او .... جسمونه د هغو په منځ کې په دایروي مسیر حرکت کوي. په لاندې تصویرونوکې په دایروي مسیر کې د اجسامو د حرکت بیلګې ګورئ.



الف



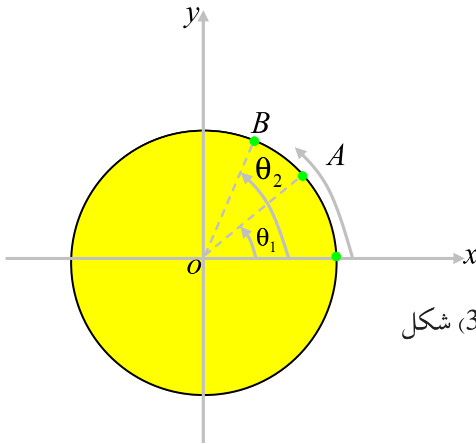
ب

(3-8) شکلونه



ج

زاويوي سرعت



يوه ذره په نظرکې ونيسئ چې په يو دايروي مسيرکې د ساعت د ستنې په خلاف لوري کې د لاندې شکل په څېر حرکت کوي. په دې ځاى کې له ذرې څخه موخه يو وړوکى جسم دى چې ابعادې د دايرې د شعاع په پرتله ډېر کم دي.

(3-9) شکل

د ذرې موقعيت د دايرې پرمخ هره ګړۍ کولاى شو، د θ له زاويې سره د ox د محور په نسبت وښيو.

کله چې ذره د A په نقطه کې وي، موقعيت د θ_1 له زاويې سره او کله چې د B په نقطه کې وي، موقعيت د θ_2 په زاويې سره ښيو او $\Delta\hat{\theta} = \hat{\theta}_2 - \hat{\theta}_1$ د ذرې د زاويه يي موقعيت بدلون (وهل شوي واټن) بولو. طبيعي ده چې په اړوند وخت باندې د زاويوي موقعيت بدلون د غورځولو څخه په دايروي حرکت کې د ذرې د زاويوي منځنى سرعت لاسته راځي، يعنې:

$$\bar{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad .... \quad (3-35)$$

د زاويوې سرعت د اندازه کولو واحد، له راديان پر ثانيې ($\frac{rad}{sec}$) څخه عبارت دي.



څېړنه وکړئ

دلمر پرشــاوخوا دځمکې د حرکت په هکله په بيلابيلو ډلوکې څېړنه وکړئ او د لمر پرشــاوخوا د ځمکې منځنى زاويه يي سرعت محاسبه کړئ.



پوښتنه

a- له دايروي حرکت څخه په ورځني ژوندانه کې څه ګټه اخيستل کيږي؟
b- د څو وسيلو چې منځنى برخې يې (د منځ اجزاوې) د دايروي حرکت لرونکي وي، نومونه يې واخلئ.

لحظوي زاويوي سرعت

زاويه يي لحظوي سرعت په هغه ډول چې د لحظوي سرعت په هکله مو په (3-2) لوست کې ولوست، تعريفوو:

$$\omega = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} ....(2-34)$$

او يا:

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} ....(3-35)$$

تمرين

ديوې ذرې زاويه يي موقعيت چې د دايروي مسير پرمخ حرکت کوي د $\theta = 2t^2 + 6t$ رابطې سره ورکړل شوي. (t د ثانيې له مخې او θ د راديان له مخې)

الف:د متحرك زاويه يي منځنى سرعت د $t_1 = 1s$ او $t_2 = 2s$ لحظو ترمنځ حساب کړئ.

ب : د متحرك لحظوي سرعت د $t_3 = 3s$ په لحظه کې حساب کړئ.



بحث وکړئ

د منځنى سرعت او لحظوي سرعت د رابطې د ښه درك لپاره څو مثالونه طرحه کړئ او له خپلو ټولګيوالو سره بحث اوخبرې يرې وکړئ او پايله د خپل ښوونکى ترمخ په ټولګي کې بيان کړئ.

3-6: دايروي يو ډوله (متشابه) حرکت

کله چې پر دايروي مسير د حرکت کوونکي ذرې زاويوي سرعت ثابت باقي پاتې شي، وايوچې ذره يو ډول دايروي حرکت لري.په دې ډول حرکت کې منځنى زاويوي سرعت په هره زماني وقفه کې د ذرې د زاويوي لحظوي سرعت سره برابر دى.

$$\varpi = \omega = \frac{\theta - \theta_0}{t - 0}$$

او يا:

$$\theta = \omega t + \theta_0 ....(3-36)$$

د یو ډول دایروي حرکت د څېړلو لپاره په لومړي پړاوکې باید لاندې کمیتونه تعریف کړو:

پریود: هغه زماني موده چې ذره د یو دایروي مسیر پرمخ یوه بشپړه دوره وهي، د پریود په نامه یادېږي. پریود د T په توري ښيي او د اندازه کولو واحد یې ثانیه ده.

فریکونسي: په یوه ثانیه کې د ذرې د دورانونو شمېر ته فریکونسي وایي. فریکونسي د نیو (ν) په لاتین توري ښیي، د فریکونسي د اندازه کولو واحد $\frac{1}{s}$ او یا هرتز HZ دي.

$$T = \frac{1}{\nu} \dots\dots\dots \quad (3-37)$$

څرنګه چې ذره په هره دوره کې 2π رادیان زاویه طي کوي،نوله دې امله زاویه یي سرعت یې برابر دی له:

$$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu \dots\dots\dots \quad ..(3-38)$$



فعالیت:

په خپلو ډلوکې پریود او فریکونسي سره پرتله کړئ او لاندې جدول بشپړکړئ.

متحرک	پریود	فریکونسي
د هایدروجن د اتوم الکترون	10^{-17} ثانیه	$10^{17}\,Hz$ دوره په یوه ثانیه کې
د بریښنا د تولید لپاره د اوبوتوربین	0.33 ثانیه	$3.\overline{03}Hz$
ځمکه د هغې د محور په شاوخوا	$86400s$	$1.157\times10^{-5}\,Hz$ دوره په یوه ثانیه کې
سپوږمی د ځمکې پرشاوخوا	$29.7 = 2566080s$ ورځ	$3.897\times10^{-7}\,Hz$
ځمکه د لمر په شاوخوا	$31536000s$	$3.17\times10^{-8}\,Hz$ دوره په یوه ورځ کې

په دایروي حرکت کې خطي سرعت

مخکې مو ولیدل چې د مکان وکتور کولای شي، د متحرك موقعیت په سطحه کې وټاکي، (3-2) شکل. که چېرې د یوې ذرې د مکان وکتور د t_1 په وخت کې $\vec{r}_1$ او د t_2 په شیبه کې $\vec{r}_2$ وي، د ذرې موقعیت به د $\Delta t = t_2 - t_1$ په زماني شیبه کې برابر له $\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$ سره وي. ذره د Δt په وخت کې د Δs قوس وهي.که چېرې دا زماني شیبه ډېره کوچنې وي، د $\overset{\frown}{\Delta s}$ قوس کوچنۍ کیږي او کولای شو د Δs قوس اوږدوالی د هغه د مقابل وتر یعنې $(\Delta\vec{r})$ له اوږدوالي سره تقریباً برابر ونیسو.

همدارنگه مخکې مو ولیدل چې د متحرك منځني سرعت کولای شو له $\vec{v}=\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}\ldots(3-32)$ رابطې څخه لاسته راوړو او د لحظوي سرعت کچه هم د لاندې رابطې په مرسته تعریفیږي:

$$\left|\vec{v}\right|=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\left|\Delta\vec{r}\right|}{\Delta t}$$

او له هغه ځایه چې د لیمت په حالت کې $\left|\Delta\vec{r}\right|=\Delta s$ تاکل کیدای شي،نو لروچې:

$$\left|\vec{v}\right|=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta s}{\Delta t}=\frac{ds}{dt}\qquad\ldots\ldots\ldots\ldots(3-39)$$

په ریاضي کې مو لوستي دي چې د θ زاویه د رادیان له مخې برابر ده، د هغې زاویې د مقابل قوس د طول له نسبت سره پر شعاع د دایرې باندې، یعنې:

$$s=r\theta\ldots\ldots\ldots.(3-40)\quad \text{او یا}\quad \theta=\frac{s}{r}$$

نو له دې امله د Δs د قیمت په وضع کولوسره د (39-3) رابطه کولای شو په لاندې ډول ولیکو:

$$\vec{v}=\lim_{\Delta t\to 0}r\frac{\Delta\theta}{\Delta t}\Rightarrow=\frac{d(r\Delta\theta)}{dt}$$

$$\vec{v}=r\frac{d\theta}{dt}$$

$$\vec{v}=r\cdot\omega\ldots\ldots\ldots(3-41)$$



څېړنه وکړئ:

په دایروي حرکت کې له خطي سـرعت څخه ګټه اخیسـتونکي کوم خلك دي؟ او له هغه څخه په کومو برخو کې ګټه اخلي؟

په دې هکله په خپلو ډلوکې بحث وکړئ او خپلو ټولګیوالوته راپور ورکړئ.

مثال: د ماشومانو د لوبو یوخرخ خلك په یوه افقي سطحه او دایروي مسیرکې ګرځوي، داسې چې هرفرد دایروي یو ډوله حرکت لري. که چیرې دوران کوونکي په هرو 10 ثانیو کې یو دور ووهي او د هر کس لپاره د څرخېدو شعاع 5 متره وي، د هر شخص زاویه یي او خطي سرعت په دې دوره کې حساب کړئ.

حل: د څرخېدو د دورې زمان $T=10s$ دي، پس زاویه یي سرعت برابر دی له:

$T=10s$

$r=5m$

$\omega=?$

$v=?$

$$\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{10}=\frac{\pi}{5}\,rad/s$$

او خطي سرعت به یې برابروي له:

$$v=r\omega=5\cdot\frac{\pi}{5}=3.14\,m/s$$



پوښتنې:

1 - د یوه دیوالي ګړۍ د ساعت، دقیقو او ثانیو د عقربو اوږدوالي په ترتیب $8cm$ ، $10cm$ او $12cm$ دي د هرې عقربې د څوکې خطي سرعت محاسبه کړئ.

2 - یو متحرک پر دایروي شکله مسیر د 4 دقیقو په موده کې 600 دورې وهي. د متحرک زاویه یي سرعت پریود او فریکونسي حساب کړئ.

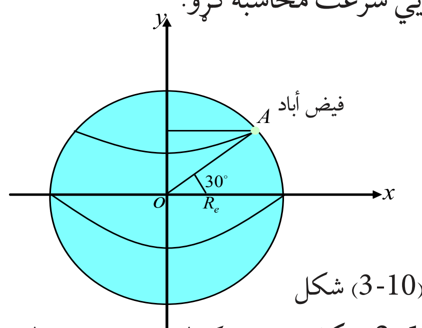


فکروکړئ:

د ځمکې د وضعې حرکت زاویه یي سرعت، د ځمکې په ټولو نقطو کې یوشان دی که نه ؟ (ولې؟)

مثال: د فیض آباد ښار په $30°$ شمالي جغرافیایي مدارکې واقع دی. د هغه تن زاویوي او خطي سرعتونه چې په دې ښار کې اوسېږي پیداکړئ. د ځمکې شعاع $R_e = 6.4 \cdot 10^6 m$ په نظرکې ونیسئ.

حل:دې ته په پام کولو سره چې د ځمکې په شاوخوا په خپله د ځمکې د څرخېدو یوه بشپړه دوره 24 ساعته ده، کولای شو، د ځمکې د مخ د هرې نقطې زاویه یي سرعت محاسبه کړو.



(3-10) شکل

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$T = 24 \cdot 60 \cdot 60 = 86400 s$$

$$\omega = \frac{2\pi}{86400} = 7.27 \cdot 10^{-5} rsd/s$$

د فیض آباد واټن د ځمکې د څرخېدو له محورڅخه (د 10-3)شکل ته په پام کولو سره برابردي له:

$$r = R_e \cos 30° \rightarrow \cos 30° = \sqrt{3/2}$$

$$r = 6.4 \times 10^6 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 5.53 \times 10^6 m$$

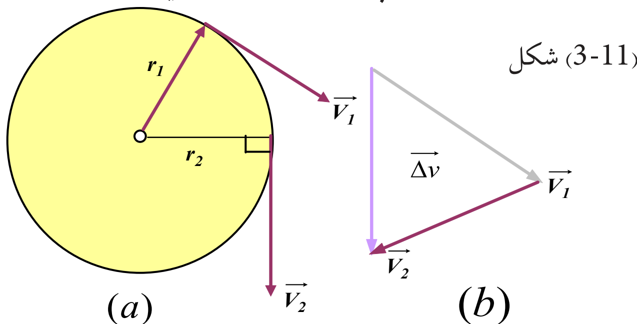
او د فیض آباد په ښارکې خطي سرعت برابر دی له:

$$v = r\omega = 5.53 \times 10^6 \times 7.27 \times 10^{-5} = 402.03 \; m/s$$

3-7: په دایروي یو ډوله حرکت کې تعجیل

یو ذره په نظر کې ونیسئ چې دایروي یو ډوله حرکت لري (3-11-a). شکل مخ کې مو ولیدل چې د سرعت وکتور په هره لحظه کې پرمسیر مماس دی. که چېرې د ذرې مکان د t_1 په لحظه کې، $\vec{r_1}$ او د t_2 په لحظه کې $\vec{r_2}$ وي، د متحرک د سرعت وکتورونه په دې نقطوکې په ترتیب پر $\vec{r_1}$ او $\vec{r_2}$ عمود دي. د $\Delta\vec{v} = \vec{v_2} - \vec{v_1}$ وکتور د (3-11-b) په شکل کې رسم شوی دی او کتل کیږي. سره له دې چې د سرعت د وکتور کچه ثابته ده، خو د سرعت د وکتور د لوري د بدلون له امله $\Delta\vec{v} \neq 0$ دی.

په دې حالت کې د حرکت د تعجیل کچه کولای شو له $\vec{a} = \dfrac{|\Delta\vec{v}|}{\Delta t}$ رابطې څخه په لاس راوړو. کله چې Δt صفر لوري ته تقرب کوي، د حرکت تعجیل له لاندې رابطې څخه په لاس راځي.



(3-11) شکل

$$a = \frac{v^2}{r} \ldots\ldots\ldots\ldots(3-42)$$

$$a = r\omega^2 \ldots\ldots\ldots\ldots(3-43)$$

چې دې تعجیل ته مرکز د جذب تعجیل (Centripetal Acceleration) وایي چې د دې تعجیل لوری د شعاع په برید د مرکز په لوروي.

مثال: سپوږمۍ تقریباً د 29.7 ورځو په موده کې یو ځل په دایروي مسیر کې په یو ډوله (یونواخت) حرکت د ځمکې په شاوخوا گرځي. د سپوږمۍ مرکز ته د جذب تعجیل په لاس راوړئ. په داسې حال کې چې د ځمکې د مرکز او سپوږمۍ ترمنځ واټن $r = 3.84\times10^8 m$ وي.

حل: د $\omega = \dfrac{2\pi}{T}$ له رابطې څخه په گټې اخیستلو سره د سپوږمۍ زاویه یي سرعت عبارت دي له:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\times3.14}{29.7\times24\times3600} = \frac{6.28rad}{2566080s} = 0.0000024473 = 2.44\times10^{-6}\frac{rad}{s}$$

په دې ډول د سپوږمۍ مرکز ته د جذب چټکتیا مساوي ده له:

$$a = r\omega^2 = 3.84\times10^8 m\times(2.44\times10^{-6}\frac{rad}{s})^2 = 3.84\times10^8 m\times5.9536\times10^{-12}\frac{rad}{s^2}$$

$$a = 22.861824\times10^{-4}\frac{m}{s^2} = 2.28\times10^{-3}\frac{m}{s^2}$$



فعالیت:

د خپلې ډلې له غړو سره یوه تیږه په یوه کلک تار سره وتړئ او په یوه قایمه سطحه کې د خپل لاس پرشاوخوا یې وڅرخوئ اوځمکې ته یې د نه لوېدو په هکله بحث وکړئ او پایله یې په خپل ټولګي کې وړاندې کړئ. کله چې د m یوه کتله له ثابت سرعت سره د یوې دایرې په مخ حرکت کوي، تعجیل پیداکوي چې لوری یې د دایرې مرکز ته متوجه وي.



پوښتنې:

- په پورتني فعالیت کې که چیرې د وزن له دروندوالي او د هوا له مقاومت څخه ورتېرشو څه پېښیږي؟
- د فعالیت د تر سره کولو پر مهال، که چیرې تار یو ناڅاپي وشلیږي، کومه پېښه به رامنځ ته شي؟
- د ځمکې کُره په هرو 24 ساعتونوکې یوځل د خپل محور پرشاوخوا راڅرخي. خطي سرعت او مرکزته جذبېدونکې شعاع د ځمکې د سطحې په کومو نقطوکې ډېره کچه لري؟ که چیرې د ځمکې د کُرې شعاع $6400km$ په پام کې ونیسو، د کُرې خطي سرعت او مرکز ته د جذب تعجیل حساب کړئ.

د یو ډوله دایروي حرکت ډینامیک

په مخکېنۍ برخه کې مو ولیدل چې په یو ډوله دایروي حرکت کې د جسم تعجیل د دایرې د شعاع په لوري کې او لوری یې د مرکز خواته دی. د نیوټن د دویم قانون له مخې قوه اوتعجیل هم لوري دي، له دې امله په یو نواخت دایروي حرکت کې، پرجسم د واردېدونکو قوو محصله د شعاع په استقامت او دمرکز په لوردی چې په دایروي حرکت کې پرجسم دغې واردې شوې قوې ته مرکزته دجذب قوه (Centifugle force) وايي.د نیوټن د دویم قانون رابطو ته په پام کولوسره دغه قوه په یو نواخته دایروي حرکت کې د خطي سرعت پربنسټ لاندې بڼه نیسي.

$$F = \frac{mv^2}{r} ....(3-44)$$

او د زاویه یي سرعت پربنسټ

$$F = mr\,\omega^2 ....(3-45)$$

په دې رابطه کې پرجسم د وارد شوو قوو کچه د دایرې د شعاع په لوري ده.



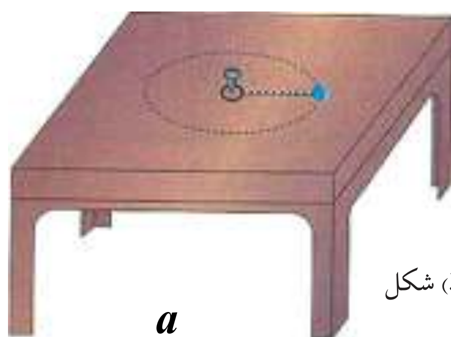
فعالیت:

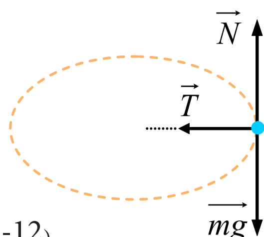
مچنوغزه په خپل لاس کې ونیسئ او په کاسه کې یې یوه وړه تیږه د 4 نه تر 8 ګرامه په کتلې کېږدئ او د خپل لاس په شاوخوا (د ښوونځي په انګړکې) دورې ورکړئ. بیا د دوران پرمهال د مچنوغزې یوسر خوشې کړئ او د خپلې ډلې له غړوسره ددې تیږې د تیښتې د لامل په هکله بحث وکړئ او پایله یې د ښوونکي ترمخ بیان کړئ.

مثال: یوه مرۍ له 20g کتلې سره په یوه تار تړو او د تار له بل سر سره یوه کوچنۍ کړۍ تړو. بیا کړۍ د (3-12-a) شکل په څېر له یوه لنډ مېخ سره د یوه مېز د منځ په برخه کې نصبوو.(له مېز سره د مهرې د اصطکاك له قوې تېر شوي یو). د مهرې واټن له مېخ څخه 25cm دی. په یوې ضربې چې پر مرۍ یې واردوو، هغه د دایروي مسیر پرمخ په حرکت راولو. پر مرۍ وارد شوې قوې د یوه شکل په رسمولو سره مشخص کړئ.

که چیرې مرۍ په هره ثانیه کې یوه دوره ووهي، د تار د راښکلو (کشش) قوه حساب کړئ.

حل: د (3-12-b) په شکل کې د وزن قوه او پر اتکا باندې عمودي قوه په قایم لوري کې پرجسم اغېزه کوي چې د دې دوو قوو محصله صفر ده یعنې:





(3-12) شکل

a b

$$N - mg = 0$$
$$N = mg$$

یوازې د تار د راښکلو قوه پاتې کیږي چې په دې ځای کې همغه مرکزته د جذب قوه یعنې: $F = T = \frac{mv^2}{r}$ ده.

$m = 20gr = 20 \times 10^{-3} kg$

$r = 25cm = 0.25m$

زاویه یې سرعت برابر دی له: $\omega = 2\pi\nu = 2\pi \, {rad}/{s}$

$\nu = \frac{1rev}{s} = 1Hz$

او خطي سرعت هم برابر دی له: $v = r\omega = 0.25 \cdot 2\pi = \frac{\pi}{2} = 1.57 \, {m}/{s}$

د تار د راښکلو قوه برابره ده له: $T = m\frac{v^2}{r} = 20 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{1}{0.25} \cong 0.2N$



پوښتنې:

په لاندې هره برخه کې د جذب قوه مشخصه کړئ.

1. د جامو په حرکت کې چې د جامو مینځلو په ماشین کې خرخي.
2. د هستې پرشاوخوا د الکترون د ګرځېدو په صورت کې.
3. د لمر پرشاوخوا د سیارو په ګرځېدو په صورت کې.



د دریم څپرکي لنډیز

- په دوه بعدي حرکت کې د جسم موقعیت په $\vec{r}$ ښودل کیږي چې په لاندې توګه یې لیکلای شو:

له رابطې څخه ښکاري چې د موقعیت وکتور د t د زمان یوه تابع ده. $\vec{r} = f(t)\,\vec{i} + g(t)\,\vec{j}$

- د جسم منځنی سرعت په دوه بعدي حرکت کې په لاندې ډول وي: $\vec{\bar{v}} = (\bar{v}_x)\,\vec{i} + (\bar{v}_y)\,\vec{j}$
- لحظوي سرعت د منځني سرعت له لیمت څخه عبارت دي، کله چې Δt د صفر لورته تقرب وکړي، یا په بل عبارت، لحظه یي سرعت، د جسم د مکان د وکتور مشتق نسبت زمان ته دي.

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \to 0} (\vec{\bar{v}}) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \rightarrow \text{اویا} \quad \Rightarrow \quad \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

$$\vec{v} = (v_x)\,\vec{i} + (v_y)\,\vec{j}$$

- د منځني تعجیل وکتور د Δt په زماني انټروال کې په لاندې ډول تعریفوو:

$$\vec{\bar{a}} = (\bar{a}_x)\,\vec{i} + (\bar{a}_y)\,\vec{j}$$

- د $\bar{a}$ د منځني تعجیل وکتور له $\Delta\vec{v}$ سره هم لوري دی.

- لحظوي تعجیل د t_1 په لحظه کې کولای شو د منځني تعجیل د لیمت په توګه ولیکو.

کله چې Δt د صفر په لور تقرب وکړي یعنې: $\vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0}(\vec{\bar{a}}) = \lim_{\Delta t \to 0}\left(\frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}\right)$

- لحظه یي تعجیل د مشتق له مفهوم څخه په ګټې اخیستلو سره هم لیکلای شو:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad \Rightarrow \quad \vec{a} = (a_x)\,\vec{i} + (a_y)\,\vec{j}$$

- د غورځولو په حرکتونوکې د غورځېدونکي جسم د حرکت مسیر په فضاکې عبارت له یو پارابول څخه دی.
- په افقي غورځولوکې د حرکت معادلې عبارت دي له: $x = v_0 t$

او $y = \frac{1}{2} g t^2$

- په مایل غورځولوکې د تعجیل مرکبې په لاندې ډول دي. $a_x = 0$ او $a_y = -g$

- د x او y معادلې د t زمان د تابع په نامه د غورځولو په حرکتونوکې عبارت دي له:

$$x = (v_0 \cos\hat{\alpha})t \quad \text{او} \quad y = \frac{1}{2} g t^2 + (v_0 \sin\hat{\alpha})t$$

- هغه افقي واټن چې غورځول شوی جسم يې د ښکته يا د دويم ځل لپاره د غورځولو لوړېنی ارتفاع ته د ګرځېدو لپاره وهي، عبارت د غورځول شوي جسم له *Range* څخه دی او د ارنګه افاده کيږي:

$$R = \frac{v_0^{\ 2} \sin 2\hat{\alpha}}{g}$$

-د غورځوني په حرکت کې لوړه يا د اوج نقطه (اعظمي ارتفاع)، ترټولو هغه لوړه نقطه ده چې غورځول کېدونکی جسم هغې ته رسيږي، د H په توري ښودل کيږي: $H = \frac{v_0^2 \sin^2 \hat{\alpha}}{2g}$

- د اوج نقطې ته د غورځول شوي جسم د رسيد و زمان عبارت دی له: $t = \frac{v_0 \sin \hat{\alpha}}{g}$

- په دايره يي حرکت کې د ذرې زاويه يي منځني سرعت د زاويه يي موقعيت د بدلون د نسبت په توګه د هغې پر زمان تعريفيږي.

$$\overline{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

- زاويوي لحظوي سرعت کولای شو د ليمت او مشتق له مفهوم څخه په ګټې اخيستلو سره په لاندې ډول وليکو:

$$\omega = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \text{ اويا } \omega = \frac{d\theta}{dt}$$

- په دايره يي يو نواخته حرکت کې د يوې ذرې زاويه يي سرعت چې پريو دايره يي مسير حرکت کوي، ثابت پاتې کيږي.

- پريود عبارت له هغه وخت څخه دی چې يوه ذره د دايره يي مسير پرمخ يوه بشپړه دوره وهي او د T په توري ښودل کيږي.

- فريکونسي عبارت دی د ذرې د دورانونو له شمېر څخه چې په يوه ثانيه کې سرته رسيږي د نيو (ν) په لاتين توري ښودل کيږي او د اندازه کولو واحديې $\frac{1}{s}$ او يا *HZ* (هرتز)دی.

- د پريود رابطه T اود (ν) فريکونسي په لاندې ډول دي: $T = \frac{1}{\nu}$.

د دريم څپرکي پوښتنې

1 - د يوه جسم د حرکت معادله د SI په سيستم کې د $x = t^3 - 3t^2$ په بڼه دي، مطلوب دي:

a- له 1 څخه تر 2 ثانيو زماني انټروال کې د جسم د منځني سرعت کچه.

b- د $t = 4s$ په لحظه کې د متحرك د سرعت کچه.

c- د 2 څخه تر 5 ثانيو زماني انټروال کې د متحرك د منځني تعجيل کچه.

d- د $t = 4s$ په لحظه کې د متحرك د تعجيل کچه.

2 - يو موټر د سره څراغ په وړاندې ولاړ دی، د څراغ په شنه کېدو، موټرله $2\,m/s^2$ تعجيل سره په حرکت پيل کوي. په همدې (شېبه) کې يوه لارۍ له $36\,km/h$ ثابت سرعت سره د هغه له څنګ څخه تېرېږي.

a- د $(x-t)$ او $(v-t)$ ګرافونه د موټر او لارۍ لپاره رسم کړئ.

b- وروسته له څومره مودې څخه به موټر لارۍ ته ورسيږي؟

3 - د يو متحرك د موقعيت (مکان)وکتورونه د $t_1 = 5s$ او $t_2 = 25s$ په لحظوکې په ترتيب سره $\vec{r}_1 = 2\vec{i} + 14\vec{j}$ او $\vec{r}_2 = 8\vec{i} + 6\vec{j}$ دی. د ذرې د منځني سرعت کچه د t_1 او t_2 په دوولحظوکې پيداکړئ او د ګراف په رسمولو، د $\vec{v}$ لوری وښيئ.

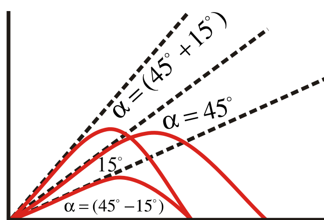
4 - د يوه جسم د حرکت معادله د دوو لاندېنيو رابطو په مرسته په SI کې ورکړل شوې ده.

$$x = 6t \quad \text{او} \quad y = 2t^2 + 1$$

a- د سرعت معادله يې وليکئ او د سرعت کچه يې په $t = 2s$ کې لاس ته راوړئ.

b- د حرکت د مسير معادله يې لاس ته راوړئ.

5 - ګالیله په خپل یو کتاب کې لیکي «که د 45° درجو زاویې څخه په مساوي کچه زیاتو او یا کمو زاویو سره جسمونه په مایل ډول وغورځول شي، رنجونه یا فاصلې یې سره مساوي دي...» په لاندې شکل کې د دې وینا سموالی لیدل کیږي؟



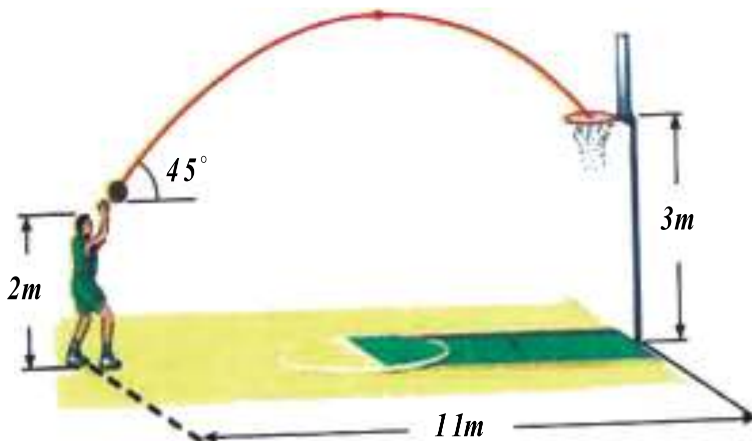
6 - پریوه رود د یو پل له پاسه له 20 متري ارتفاع څخه د اوبو پر سطحې یو جسم په افقي ډول په $30 m/s$ سرعت غورځوو.

a- څومره موده وروسته به جسم د اوبو پرمخ ولګیږي؟

b- له اوبو سره د لګېدو د نقطې افقي واټن، د غورځولو تر نقطې پورې څومره دی؟

c- له اوبو سره د لګېدو د سرعت کچه څومره ده؟

7 - په لاندې شکل کې د توپ لومړنی سرعت داسې محاسبه کړئ چې توپ د ټوکرۍ په منځ کې ولوېږي. $(g = 10 m/s^2)$



د نيوټن د حرکت قوانين



په دويم څپرکی کې له ځينو کميتونو لکه موقعيت، د موقعيت بدلون، سرعت، تعجيل او ... سره آشنا شو او د دې کميتونو په تعريفولو سره مو حرکت توصيف کړ. ومو لوستل چې شونې ده چې حرکت له ثابت سرعت سره تر سره شي، يا شونې ده چې د جسم حرکت تعجيلي وي او په پايله کې سرعت بدلون وکړي؟

خو د پوښتنو طرحه کولو او هغو ته د ځواب ورکولو څخه مو ډډه وکړه لکه: په کوم حالت کې يوجسم ساکن پاتې کيږي؟ څنګه کولای شو يو ساکن جسم په حرکت راولو؟ کوم لامل د جسم د سرعت د بدلون سبب ګرځي؟ کوم عامل د حرکت د بدلون او په ټوله کې کوم لامل د جسم د وضيعت د بدلون سبب ګرځي؟ او ... په دې څپرکي کې يادې شوې پوښتنې څېړو، د همدې موخې لپاره د نيوټن د حرکت قوانين تر مطالعې لاندې نيسو، وروسته بيا په ورځني ژوندانه کې د دې قوانينو د پلي کيدو ساحې ترڅېړنې لاندې نيسو. هيله کيږي چې تاسو به د دې څپرکي په پای کې د لاندې موضوعګانو په اړه معلومات په لاس راوړئ.

- د نيوټن دري ګوني قوانين،
- د اصطکاک د قوې ډولونه او په ورځني ژوندانه کې يې کارونه،
- د نيوټن د جاذبې قانون،
- د لفت د حرکت څرنګوالی،
- د مصنوعي سپوږميو د حرکت دايروي مدار،

4-1: د نيوټن لومړی قانون

عطالت (انرشيا):

له پخوا څخه پوهيږو کله چې په يو ساکن موټر کې ناست يئ او موټر يو ناڅاپه په حرکت پيل کوي، د شا په لور ديکه کيږئ، که چيرې په يو روان موټر کې ناست اوسئ، په يو ناڅاپي دريدو سره به د مخ لورته ديکه شئ. آيا تر اوسه موله ځانه پوښتلي چې د دې پيښې د رامنځ ته کيدو لامل څه دی؟

تاسو هغه مهال کولای شئ دې پوښتنې ته ځواب ورکړئ چې قبوله کړئ چې هر جسم د عطالت (انرشيا)لرونکی دی. عطالت له هغه مقاومت څخه عبارت دی چې يوجسم يې د هر حرکت په وړاندې د سکون د حالت په ګډون له ځانه ښيي او يا په بل عبارت، هيڅ يوجسم دې ته مايل نه دی چې خپل د سکون او يا حرکت حالت ته بدلون ورکړي.که چيرې پر يوه جسم هيڅ بهرنی قوه اغيز ونه کړي، نوموړی جسم خپل حالت ساتي، يعنې که جسم د حرکت په حالت کې وي خپل مستقيم الخط منظم حرکت ته دوام ورکوي او که چيرې د سکون په حالت کې وي، د خپل سکون حالت ساتي. اوس د عطالت د مفهوم په پوهيدلوسره، د هغې پوښتنې ځيړلو ته مخه کوو چې د دې لوست په پيل کې وشوه.

کله چې يو شخص په داسې يو موټر کې چې د حرکت په حال کې نه دی، ولاړ وي او موټر يو ناڅاپه په حرکت پيل وکړي، نو موړي شخص د شا په خوا لوېږي، ځکه چې د نوموړي شخص پښې له موټر سره په حرکت پيل کوي، خو بدن يې چې پر موټر تکيه نلري، د عطالت د خاصيت له مخې غواړي، خپل د سکون حالت وساتي. د تعادل د حالت تر را منځ ته کيدو وروسته يعنې هغه مهال چې موټر يو ډوله مستقيم الخط حرکت ځان ته غوره کړي، نور نو شخص په موټر کې د حرکت احساس نه کوي، ځکه چې مايل نه دی، يا نه غواړي چې خپل حرکت ودروي. که چيرې موټر يو نا څاپه برک ونيسي، وبه ليدل شي چې شخص د مخ په لور غورځيږي او لامل يې دا دی چې د شخص پښې د موټر په تابيعت ساکن او بدن يې د عطالت له خاصيت سره سم غواړي خپل حرکت ته دوام ورکړي.



فعاليت:

اړين توکي: کاغذ (مقوا)، سکه، ښيښه يي لوښی يا ګيلاس

کړنلاره: کاغذ پرښيښه يي لوښي کيږدئ او د کاغذ پرمخ سکه کيږدئ، تردې وروسته لاندې پړاوونه تر سره کړئ:

1. کاغذ د هغه له مستوي سره موازي په ډېر سرعت را وکاږئ.
2. کاغذ د هغه له مستوي سره موازي په لږ سرعت را وکاږئ.

په دواړو پړاوونوکې هغه څه چې پيښ شـوی دی، هغه نوټ کړئ او د ټولګي په بيلابيلو ډلوکې پرې بحث وکړئ او پايله يې خپلو ټولګيوالو ته وړاندې کړئ.

اوس چې د عطالت (انرشيا) په مفهوم ښه پوه شوو، د نيوټن د لومړي قانون په مطالعه پيل کوو:

نيوټن، انګليسي پوه او عالم د خپلو پخوانيو پوهانو له نظرونو څخه په ګټې اخيستلو سره په دې بريالى شو چې د حرکت قوانين چې نن په خپله د هغه په نوم (د حرکت په هکله د نيوټن قوانين) يا ديږي، په خپل کتاب کې بيان کړي. هغه لومړى قانون داسې بيان کړى دى:

«يوجسم خپل د سکون حالت او يا د مستقيم خط پرمخ خپل يو ډوله (يونواخت) حرکت ساتي، خو دا چې د يوې قوې تر اغيز لاندې د خپل حالت بدلون ته اړکړاى شي».

له لومړي قانون څخه پايله ترلاسه کيږي چې که پر يوه جسم قوه وارده نه شي،که چېرې ساکن وي، ساکن پاتې کيږي او که چيرې په حرکت کې وي، خپل حرکت ته په ثابت سرعت سره دوام ورکوي.

د هغه څه په پام کې نيولو سره چې تراوسه وويل شول، د نيوټن لومړي قانون ته د عطالت(انرشيا) قانون هم وايي. خپلو شاوخوا جسمونو ته وګورئ، آيا کولاى شئ داسې يو جسم پيداکړئ چې قوه پرې وارده نشي؟ ترڅو وکولاى شي، د نيوټن لومړى قانون په بشپړه توګه پلې کړو.لکه څرنګه چې په ټولو جسمونو د وزن قوه وارديږي،په پايله کې نشو کولاى داسې يو جسم پيداکړوچې قوه پرې وارده نشي.

نن پوهان د نيوټن له لومړي قانون څخه د ځمکې بهر ته د سپوږمکيو او فضايي بېړيو د ليږلو لپاره ګټه اخلي. کله چې بېړۍ په پوره اندازه له ځمکې څخه ليرې، په ارام (ګل) ماشين او په ثابت سرعت سره خپل حرکت ته دوام ورکوي.(ولې؟)

4-2: د نيوټن دويم قانون

د نيوټن په لومړي قانون کې مو ولوستل چې جسم خپل د سکون حالت ساتي، په هغه صورت کې چې کومه قوه پرې عمل ونه کړي او يا برعکس، که چيرې جسم په حرکت کې وي او قوه پرې عمل ونه کړي، جسم خپل د ثابت حرکت حالت د مستقيم خط پرمخ ساتي.

خو پر جسم د وارده قوې، کتلې او د حرکت د تعجيل ترمنځ کومه رابطه شتون لري؟

موږ په ورځني ژوندانه کې ګوروچې د يوه غټ جسم د حرکت لپاره نسبت يو وړوکي جسم ته، ډېرې قوې ته اړتيا ده. همدارنګه پوهيږو چې په همدې عين قوې کولاى شو وړوکي جسم ته د لوى جسم په پرتله ډېر چټک حرکت ورکړو. له دې ځاى څخه پايله تر لاسه کيږي چې د جسمونو د تعجيل ،کتلې او هغه قوې ترمنځ چې پر جسمونو تطبيق کيږي، اړيکه شته. پرجسم باندې د وارده قوې، کتلې او د جسم د حرکت د تعجيل ترمنځ اړيکه، د نيوټن د دويم قانون موضوع ده. د نيوټن دويم قانون دا بيانوي چې «که پر يوجسم قوې واردې شي، جسم داسې تعجيل اخلي چې پرجسم د واردو شوو قوو له محصلې سره مستقيم نسبت لري، له هغې سره هم لوري دي او دجسم له کتلې سره معکوس نسبت لري».

که چيرې د جسم کتله m او پرې وارده قوه $\vec{F}$ وي، د نيوټن دويم قانون د لاندې رابطې له مخې بيانيږي:

$$\vec{a}=\frac{\vec{F}}{m} \quad \text{او يا} \quad \vec{F}=m\cdot\vec{a}$$

د قوې د اندازه کولو واحد، نیوټن (N) دی، چې د پورته رابطې له مخې تعریفیږي. که چیرې په دې رابطه کې، کتله د کیلوګرام Kg پربنسټ او تعجیل د متر پر ثانیه مربع (m/s^2) پربنسټ وي، قوه د $kg.m/s^2$ پربنسټ حسابیږي چې دا د نیوټن (N) په نامه یادوو. له دې امله «یونیوټن، د هغې قوې کچه ده چې که پریوه جسم چې $1kg$ کتله لري وارده شي، هغې ته د یو متر في ثانیې مربع برابر تعجیل ورکوي».

مثال: یو جسم چې $20kg$ کتله لري، له $1.5\,m/s^2$ تعجیل سره په حرکت کې دی. پرجسم د وارده قوو محصله څونیوټن ده؟

حل:
$$\vec{a}=\frac{\vec{F}}{m} \Rightarrow 1.5=\frac{F}{20} \Rightarrow F=1.5\times 20=30\ N$$

مثال: د $m_1 = 5\ kg$ او $m_2 = 12\ kg$ پر هرې کتلې باندې $15\ N$ قوه واردوو، د هرې کتلې تعجیل حساب کړئ.

$$\vec{a}=\frac{\vec{F}}{m}$$

حل:
$$a_1=\frac{15}{5}=3\,m/s^2 \text{ او } a_2=\frac{15}{12}=1.25\,m/s^2$$



پوښتنه:

خومره قوه په کارده ترڅو یو موټر د $1500\ kg$ کتلې په لرلو سره چې له $100\,km/h$ سرعت سره په حرکت کې دی، د $55m$ واټن له وهلو څخه وروسته ودروي؟

4-3: د نیوټن دریم قانون

د نیوټن لومړي قانون د جسم وضعیت د قوې د نه شتون پر مهال او د نیوټن دویم قانون، د جسم وضعیت هغه مهال چې د قوې تراغیز لاندې وي، بیانوي، خو دا قوانین دا نه روښانه کوي چې پرجسم وارده قوه له کومه ځایه پرهغې واردیږي؟ د نیوټن دریم قانون همدا مسئله څیړي چې پرجسم وارده شوې قوه له کوم ځایه واردیږي. که چیرې خپلو ورځنیو کړنو ته ځیر شو. و به لیدل شي چې یو جسم تل پر بل جسم قوه واردوي.



(4-1) شکل، څټک یوه قوه پرمیخ واردوي اومیخ هم د څټک د قوې په خلاف لوري، پرڅټک قوه واردوي.

د فوټبال لوبغاړی په خپله پښه توپ وهي. یعنې د پښې په مرسته پر توپ قوه واردوي. کله چې یو شخص یو جسم د ځمکې پرمخ راکاږي، پر هغه قوه واردوي او یا هغه څټک چې پرمېخ وهل کیږي، پر مېخ قوه واردوي، د نیوټن د دریم قانون په بیانولو سره دا څرګندوي چې قوه پر یوه جسم تل د بل جسم لخوا واردیږي او پردې سربیره دا څرګندوي چې د قوې واردول یو اړخیز عمل نه، بلکې دا په خپله یو دوه اړخیزه (دوه لوري) عمل دي.

د نیوټن دریم قانون بیانوي چې «کله چې یو جسم پربل جسم قوه واردوي، دویم جسم هم پر لومړني جسم برابره (مساوي) قوه، خو هغه ته په مخالف لوري واردوي» که چیرې هغه قوه چې لومړنی جسم یې پر دویم جسم واردوي، د (عمل) قوه وبولو، د دویم جسم قوه چې پر لومړي جسم واردیږي د (عکس العمل) قوه ده.

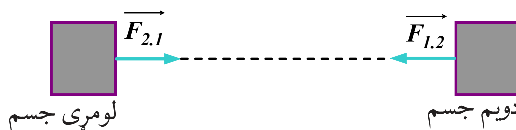


(4-2) شکل، که چیری ستاسو لاس د مېز پر څنډې قوه وارده کړي، مېز هم په همغه کچه، خو ستاسو د لاس دلوري خلاف قوه واردوي.



په (4-3) شکل کې د $\vec{F}_{1.2}$ (هغه قوه چې لومړنی جسم یې پر دویم جسم واردوي) د عمل قوه اود $\vec{F}_{2.1}$ (هغه قوه چې دویم جسم یې پر لومړني جسم واردوي) د هغې د عکس العمل قوه ده:

$$\vec{F}_{1.2} = -\vec{F}_{2.1} \Rightarrow F_{1.2} = F_{2.1}$$



(4-3) شکل

د عمل او عکس العمل قوو د پېژندلو لپاره پام وکړئ: دا قوې تل یو له بل سره په یوه کچه او اندازه یو د بل په مخالف لوري وي.

نور هم وپوهېږئ:

د نیوټن له دریم قانون څخه په عمل کې د کار اخېستلو یومهم ځای د ځمکې له سطحې څخه فضا ته د هوایي بېړیو (سفینو) توغول یا ویشتل دي. فضایي بېړۍ د هغه ګاز په مرسته چې له ماشین څخه یې خارجیږي، په عمودي توګه د ځمکې پرسطحه قوه واردوي او د نیوټن د دریم قانون له مخې، د بېړۍ له ماشین څخه خارج شوی ګاز هم په همغه کچه قوه، خو په مخالف لوري (په پورته لوری) پر فضایي بېړۍ واردوي



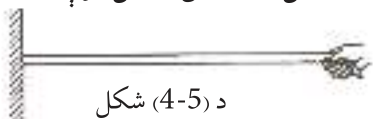
(4-4) شکل



بحث وکړئ:

د ټولګي په بېلابېلو ډلوکې په دې هکله چې «کوم دلیل د دی لامل ګرځي چې موټر د مخ لورته حرکت وکړي» بحث وکړئ او د خپلو بحثونو پایله خپلو ټولګیوالو ته وړاندې کړئ.

مثال: د (4-5) شکل په څېر د یوه طناب یو سر په دیوال کې کلک کړئ او بل سریې د خپل ځان خوا ته را کاږئ. که چېرې طناب له دیوال څخه جلا نه شي، د عمل او عکس العمل قوې (دلاس او طناب) او (دیوال او طناب) ترمنځ مشخصې کړئ.



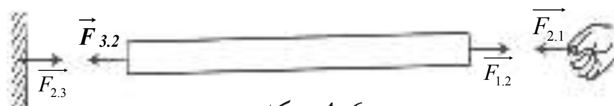
د (4-5) شکل

حل:

د شکل په مختلفو برخوکې قوې د لاس، طناب او دیوال ترمنځ ښودل شوي دي. په دې شکلونو کې مولاس د 1 جسم، طناب 2 جسم او دیوال 3 جسم په نومونو نومولي:

$$\vec{F}_{1.2} = -\vec{F}_{2.1} \quad \text{عمل و عکس العمل} \Rightarrow \quad F_{1.2} = F_{2.1}$$

$$\vec{F}_{2.3} = -\vec{F}_{3.2} \quad \text{عمل و عکس العمل} \Rightarrow \quad F_{2.3} = F_{3.2}$$



(4-6) شکل



فعالیت:

یو جسم د فنر په یوه سر نښلوئ او فنرله بل سر څخه وځړوئ، که چیرې سیستم (جسم – فنر) د سکون په حال کې وي:

a- پر جسم واردې شوې قوې مشخصې کړئ.

b- د دې قوو غبرګون (عکس العمل) مشخص کړئ او څرګنده کړئ چې هره یوه په کوم جسم واردیږي؟

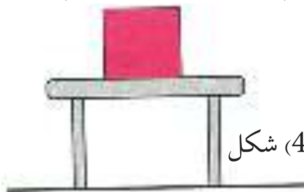


شکل (4-7)

د اتکا عمودي قوه

یوجسم په نظرکې ونیسئ چې د (4-8)شکل په څېر د مېز پر افقي سطحې د سکون په حالت کې وي، په دې وضعیت کې کومې قوې پرجسم واردیږي؟

که چیرې د جسم کتله له m سره برابره وي. د جسم د وزن قوه $w = mg$ د ځمکې له خوا پرجسم واردیږي او هغه مخ ښکته راکاږي، نو ولې مخ ښکته حرکت نه کوي؟



شکل (4-8)

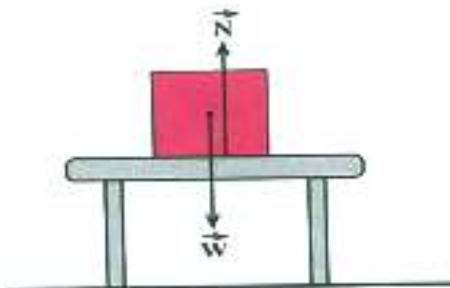
لکه څنګه چې جسم ساکن دی، د حرکت تعجیل یې صفردی یعني ($a = 0$). د نیوټن له دویم قانون څخه پایله ترلاسه کیږي چې پر جسم د وارد شوو قوو محصله صفر ده ($F = ma = 0$) په پایله کې باید د جسم له وزن سره مساوي یوه قوه، خو په مخالف لورې پرې عمل وکړي، تر څو د وزن د قوې په خنثی کولو سره د جسم له تعجیل اخیستلو څخه مخنیوی وکړي. په (4-9) شکل کې پر جسم واردې شوې قوې ښودل شوي دي. د N قوه چې د مېز لخوا پر جسم واردیږي د «اتکاء عمودي قوه» بولو.

چې د نیوټن له دویم قانون څخه په ګټې اخیستلو سره کولای شو ولیکو:

$$F = ma = 0$$

$$N - W = 0$$

$$N = W$$

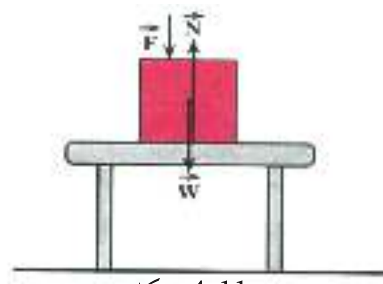


شکل (4-9)

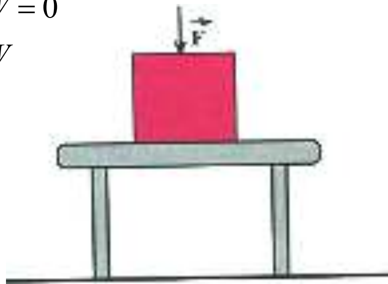
اوس فرض کړئ چې د (4-10) شکل په څېر یوه قوه Fد په کچه په عمودي ډول اومخ په ښکته پر جسم واردوو. آیا مېز د اتکاء عمودي قوه چې پر جسم واردوي، بدلون کوي؟

پر جسم واردې شوې قوې مو په (4-11) شکل کې ښودلې ده، لکه څنګه چې د جسم تعجیل صفر دی $(a = o)$، په پایله کې د نیوټن د دویم قانون پر بنسټ کولای شو ولیکو:

$$F = ma = 0$$
$$N - F - W = 0$$
$$N = F + W$$



(4-11) شکل



(4-10) شکل

نو له دې امله د اتکاء عمودي قوه، د (F) په کچه زیاته شوې ده.



فعالیت:

د یوې فنري تلې پرمخ ودرېږئ او هغه عدد چې تله یې په لاندې حالتونوکې راښیي ولولئ

a- د تلې پرمخ ساکن ولاړیې؟

b- په داسې حال کې چې د تلې پرمخ ولاړیئ، په خپل لاس باندې پر هغه مېز چې ستاسو تر څنګ دی تکیه وکړئ.

4-4: د نیوټن د قوانینو پلي (تطبیق) کول

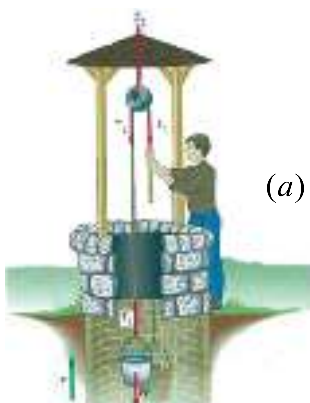


په تصویرکې یوتن چې په رسۍ کې ځړېدلی دی. ښایي هېڅکله د نیوټن د قوانینو په هکله فکر ونه کړي، خو نوموړي قوانین پرې په هره ګړۍ کې چې هغه د خپل ځان د تعادل ساتلو لپاره کوښښونه کوي، دخیل او اغیز کوي. هغه پر هغه قوو چې په رسۍ باندې د هغه د وزن په وړاندې د مقاومت کولو لپاره عمل کوي او همدارنګه پرهغه قوو چې د څرخونو له امله مطلوبه لوروته موجه شوي دي، باوري دی هغه کولای شي خپل ذهن ته د اصطکاک د ذاتي قوې چې د هغه د لاسونو او رسۍ ترمنځ عمل کوي، پراختیا (انکشاف) ورکړي.

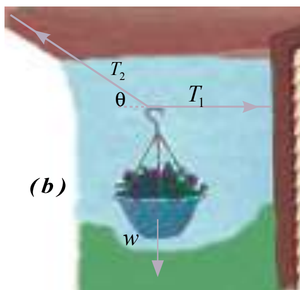
موږ له ټولوپېښو سره په ورځني ژوندانه کې، که چیرې پوهیږو یا نه پوهیږو د نیوټن د قوانینو تابع یو.
تاسو نشئ کولای چې ددې قوانینو له اصولو څخه په سرغړونې د خپل بدن غړوته حرکت ورکړئ، یو موټر وچلوئ او یا یو توپ پورته واچوئ او.... لنډه دا چې ټول قوانین زموږ د هستی لپاره د همدې درې بنسټیزو بیانونو چې د نیوټن د درې قوانینو څرګندونکي اود مادې او دهغې د حرکت اړوند دي، محصور شوي دي. د نیوټن قوانین په حیرانوونکي ډول په کهکشانونو، سیارو او ان له یوې ونې څخه د یوې منې په لویدلو چې په ظاهره کې یوه ډېره ساده او طبیعي پیښه ګڼل کیږي، په داسې حال کې چې دا قوانین زموږ د ورځني ژوندانه په ټولو پېښوکې د تطبیق وړ او دحرکت د لاملونو مطالعه کول، د هستې د عالم ډیر مغلق اسرار موږ ته راپېژني.
نن ورځ موږ تراوسه د نیوټن قوانین د فزیک په ټولو برخوکې، بنسټیز او اړین ګڼو. غوره ده چې ووایو دا قوانین کولای شي د حرکت دعلم د تحلیل او توضیح لپاره د سمښت ډېر غوره مهر ولګوي، خو نه ډېر بشپړ. که څه هم د شلمې پېړۍ په لومړیو کې فزیک پوهانو کشف کړه چې د نیوټن قوانین یوازې دهغو جسمونو لپاره چې سرعت یې د نور له سرعت څخه لږ او یا د نور سرعت ته نژدې وي او همدارنګه د هغو جسمونو لپاره چې کتلې یې د اندازې له مخې لویې او یا له اتومونو سره برابرې وي، د تطبیق وړ دی، خو د انسانانو په ورځنیو تجربوکې تراوسه هم د نیوټن قوانین د تطبیق ډېره ستره او پراخه ونډه لري.
د نیوټن د حرکت قوانین پر ډیرو او بیلا بیلو سیستمونو لکه چې په پخوانیو بحثونوکې مومطالعه کړل، تطبیق کیدای شي، په دې بحث کې به د نوو قوو ډولونه په نوو سیستمونوکې چې د نیوټن قوانین کولای شي، په مختلفو مسیرونو د حرکت په حال کې په جسمونو باندې د تطبیق وړ وي، مطالعه کړئ.
هغه څه چې وویل شول، په نړۍ کې د نیوټن د قوانینو د تطبیق د بې شمېره مواردو ډیرې محدودې بیلګې وې.

د جسمونو په انتقالي تعادل کې د نیوټن د قانون تطبیق

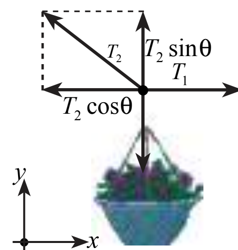
کله چې وایو چې یو جسم په انتقالي تعادل کې دی، د دې معنا ورکوي چې پر هغه جسم د وارده قوو محصله صفر ده، یعنې $\sum \vec{F} = 0$. د نیوټن د دویم قانون له مخې پورتنی بیان له دې سره معادل دی چې ووایو د جسم تعجیل صفر دی. په دوه بعدي سیستمونو کې انتقالي تعادل په دوو بعدونو کې په مستقل ډول تطبیق کیږي. یعنې $\sum F_x = 0$ او $\sum F_y = 0$ لکه څنګه چې پوهیږئ، هغه اجسام چې دوه ډوله حرکتونه (خطي او دوراني) لري، په هغو کې دوراني تعادل په همغه کچه مهم دی چې انتقالي تعادل یکې د اهمیت وړګڼل کیږي. اوس کله چې له تعادل څخه نوم اخلو، زموږ موخه انتقالي تعادل دی. لاندې شکلونه د انتقالي تعادل مختلفې بیلګې را ښیي.



(a)



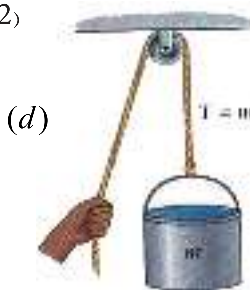
(b)



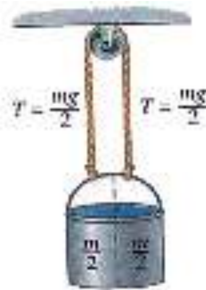
(4-12) شکل



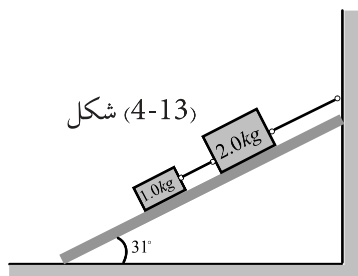
(c)



(d)



په (4-13) شکل کې د نیوټن د قانون تطبیق د انتقالي تعادل بحث د یوې مایلې سطحې پرمخ د یوې عمومي بیلګې په توګه مطالعه کوو. په دې شکل کې لیدل کیږي چې دوه بلوکه د یو تار په مرسته سره وصل شوي او د تار یو سر له دیوال سره تړل شوی دی.



(4-13) شکل

اوس په دې شکل کې د نیوټن له دویم قانون څخه په ګټې اخیستلو او د انتقالي تعادل د شرط له مخې، که چیرې د لاندېني بلوک کتله $1.0Kg$ او د پورتني بلوک کتله $2.0Kg$ او د میلان سطحې ورکړل شوي زاویه 31° وي، د تار د راښکلو قوه په لاندې وضعیتونو کې پیداکړئ.

a- د هغه تار راښکل چې له دواړو بلوکونو سره وصل دی.

b- دهغه تار راښکل چې له دیوال سره تړلی دی.

په دایره یي حرکت کې د نیوټن د دویم قانون پلې کول

د نیوټن د دویم قانون پر بنسټ، که چیر ي پر یوه متحرک جسم کومه قوه عمل و نه کړي، جسم په ثابت سرعت او لوري خپل حرکت ته دوام ورکوي، یعنې د یوه جسم د سرعت او حرکت د لوري د بدلون لپاره یوې قوې ته اړتیا ده. د بیلګې په توګه: که چیرې یو موټر د یو دایروي مسیر پرمخ له ثابت سرعت سره چلوئ، د موټر د حرکت لوری په دومداره توګه په هره ګړۍ کې بدلون کوي. د دې لوري د بدلون لپاره یوه قوه باید پر موټر عمل وکړي، موږ غواړو هغه دوه شیان د هغې قوې په هکله چې د دایروي حرکت لامل کیږي، مطالعه کړو.

یو د دې قوې لوری او بل یې مقدار. لومړی راځئ چې د دې قوې لوری مطالعه کړو.

فرض کړو یو توپ چې د (4-14) شکل په څېر له یوه تار سره تړل شوی دی زموږ د سرله پاسه په دایره یي حرکت څرخیږي. کله چې تاسو توپ ته دوره ورکوئ، د راښکلو یوه قوه په تار کې محسوسوئ چې ستاسو لاس بهر لوري ته راکاږي. په څرګند ډول د تار په بل سر کې چې له توپ سره وصل دی، د راښکلو دا قوه مخالف لوري یعنې د دایرې د مرکز په لور عمل کوي چې په لنډه توګه داسې ویلای شو:

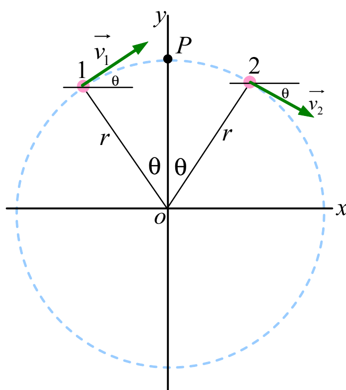


(4-14) شکل

(ددې لپاره چې یو جسم وکولای شي، په ثابت سرعت د یوې دایرې پرمخ حرکت وکړي، یوه قوه چې لوری یې د دایرې د مرکز په لور وي، باید پرې عمل وکړي، تر څو نوموړی جسم د دایرې د مرکز په لور راوکاږي).

لکه څنګه چې توپ د دایرې مرکز لوري ته راکښل کیږي، په لومړیو کې دا نا آشنا او غیر عادي معلومیږي. چې څرنګه یو توپ چې په ثابت سرعت حرکت کوي، د تعجیل لرونکی دی. ځواب دا دی چې تعجیل هغه مهال منځ ته راځي چې سرعت او یا د حرکت لوری بدلون ومومي.

په دایروي حرکت کې د حرکت لوري هره ګړۍ بدلون مومي. د مرکز په لور د تعجیل پایله د تعجیل الي المرکز (د مرکز لور متمایل تعجیل) (Centripetal acceleration) په نامه یادوي چې له دې وروسته هغه په a_{cp} ښیو. راځئ چې د $\vec{a}_{cp}$ کچه د هغه جسم لپاره چې د V په ثابت سرعت د یوې دایرې پر مخ د r په شعاع راڅرخي، محاسبه کړو.



(4-15) شکل

یوه ذره د یوې دایرې پر مسیر چې مرکزیې (O) دی، په حرکت کې دی. ذره ثابته ده، خو سرعت یې په ثابت ډول د بدلون په حال کې دی.

د (15-4) شکل یو دایره یي مسیر د دایرې له O مرکز سره د وضعیه کمیتونو په مبدأکې ښیي. پر دایرې باندې د P په نقطه کې د تعجیل د حسابولو لپاره لومړی منځنی تعجیل $\vec{a}_{av}$ د 1 نقطې څخه تر 2 نقطې پورې په دې ډول لاسته راوړو.

$$\vec{a}_{av}=\frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\overrightarrow{\Delta t}}=\frac{\vec{v}_2-\vec{v}_1}{\Delta t}$$

لحظه یي تعجیل د P په نقطه کې د $\frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t}$ له لیمت څخه عبارت دی، کله چې 1 او 2 نقطې یو له بل سره ډېرې نژدې شي. یو ځل بیا پورتني شکل ته وګورئ، لیدل کیږي چې $\vec{v}_1$ د θ زاویې د افقي خط له پاسه او $\vec{v}_2$ د همدې θ زاویې د افقي خط لاندې واقع دي. دواړه $\vec{v}_1$ او $\vec{v}_2$ د هغه کچې لرونکي دي چې په لاندې توګه دواړه وکتورونه کولای شو ولیکو:

$$\vec{V}_1=(v\cos\hat{\theta})x+(v\sin\theta)y$$

$$\vec{V}_2=(v\cos\hat{\theta})x+(-v\sin\theta)y$$

د پورتنیو اړیکو د پایلې له تفریق څخه $\vec{a}_{av}$ دا ډول لاس ته راوړو:

$$\vec{a}_{av}=\frac{\vec{v}_1-\vec{v}_2}{\Delta t}=\frac{-2v\sin\hat{\theta}}{\Delta t}y$$

په یاد ولرئ چې د $\vec{a}_{av}$ لوری د P په نقطه کې د دایرې د مرکز په لوري دی. د محاسبې د بشپړولو لپاره Δt (هغه زمان چې جسم د 1 نقطې څخه 2 نقطې ته ځي) ته اړتیا لرو.

لکه څنګه چې د جسم سرعت، v او $d=r(2\hat{\theta})$ =ده، وهل شوې فاصله د 1 له نقطې څخه تر 2 نقطې پورې دی. په نوموړې رابطه کې θ په رادیان اندازه کیږي، په پورتنی رابطه کې د d په وضع کولو سره د Δt قیمت دا رنګه په لاس راوړو:

$$\Delta t=\frac{d}{v}=\frac{2r\hat{\theta}}{v}$$

د Δt او $\vec{a}_{av}$ قیمتونو د پرتله کولو څخه چې پورته حاصل شوی، لرو:

$$\vec{a}_{av}=\frac{-2v\sin\hat{\theta}}{(2r\hat{\theta}/v)}y=-\frac{v^2}{r}\left(\frac{\sin\hat{\theta}}{\hat{\theta}}\right)y$$

د P په نقطه کې د $\vec{a}$ د پیداکولو لپاره راځئ چې 1 او 2 نقطې د P نقطې ته تردې حده نژدې کړو چې صفر ته تقرب وکړي. (تاسو پوهیږئ کله چې θ زاویه صفر ته تقرب وکړي، نو په هغه صورت کې $\sin\hat{\theta}/\hat{\theta}$ نسبت د 1 په لور تقرب کوي) یعنې: $\lim_{\hat{\theta}\to 0}\frac{\sin\theta}{\theta}=1$

په پای کې لحظه یي تعجیل د P په نقطه کې عبارت دي له: $\vec{a}=-\frac{V^2}{r}y=-a_{cp}y$

لکه څنګه چې وویل شول، د تعجیل لوری د دایرې د مرکز په لوري دی او لیدل کیږي چې مقدار یې $a_{cp} = \frac{V^2}{r}$ دی. اوس پورتنی پایلې داسې خلاصه کوو:

کله چې یو جسم د (v) په سرعت په دایره یي مسیر د (r) په شعاع حرکت کوي، الي المرکز تعجیل یې عبارت له $a_{cp} = \frac{V^2}{r}$ څخه دی. یوه قوه باید پر جسم عمل وکړي، تر څو نوموړي جسم ته دایره یي حرکت ورکړي. د m په کتلې د یوه جسم لپاره د محصله عاملې قوې کچه د لاندې رابطې له مخې ټاکل کیږي:

$$F_{cp} = ma_{cp} = m\frac{V^2}{r}$$

د دې قوې لوری د دایرې د مرکز په لور مواجه دی. باید پوه شو چې الي المرکز قوه F_{cp} کولای شي، په یو شمېر ډېرو لارو منځ ته راشي. د بیلګې په توګه: F_{cp} شوني ده چې په پورته توګه د یوه تار رابښکل وي، ښایي د اصطکاک له امله د سرک او موټر د ټایرونو ترمنځ رامنځ ته شي (کله چې موټر په یوه سرک کې دوره وهي) F_{cp} کیدای شي د جاذبې داسې قوه وي چې د مصنوعي سپوږمۍ د څرخېدو او یا د ځمکې په شاوخوا د سپوږمۍ د دوران لامل وي، نو F_{cp} له هغې قوې څخه عبارت دی چې باید شتون ولري تر څو د دایره یي حرکت سبب وګرځي.

4-5: د اصطکاک قوه

په پخوانیو ټولګیو کې د اصطکاک سره په لنډ ډول آشنا شوئ. ورځنی تجربې ښیي چې که چیرې یوه ګلوله د افقي سطحې پرمخ په حرکت راشي، نوموړې ګلوله د یو څه واټن له وهلو څخه وروسته ودریږي، په داسې حال کې چې د نیوټن د لومړي قانون پر بنسټ دغه ګلوله باید خپل مستقیم الخط منظم حرکت ته د تل لپاره دوام ورکړي او که چیرې یوه رقاصه په اهتزاز راوستل شي، کتل کیږي چې د زمان په تېریدو د رقاصې واټن له عمودي خط څخه ورو وروکمیږي او په پایله کې رقاصه دریږي، خو د میخانیکي انرژي د تحفظ د قانون له مخې ، د پتانسیل انرژي د بدلېدو دلیل په حرکي انرژي باندې او د هغې برعکس ، باید د نوموړې رقاصې اهتزاز له عمودي خط څخه په عین واټن په متناوبه توګه د تل لپاره تکرار شي او کموالی په دې واټن کې هېڅکله ونه کتل شي. په افقي سطحې باندې د ګلولې له ساکن کیدو او له عمودي خط څخه د رقاصې د واټن د کمېدو څخه پایله ترلاسه کیږي چې حتماً د هغو د حرکت د لوري په خلاف یوې قوې عمل کړی دی چې دې قوې ته د اصطکاک قوه وایي.

د اصطکاک قوه هغه مهال منځ ته راځي چې یو جامد جسم پر بل جامد جسم د مایع او یا ګاز په منځ کې حرکت وکړي. د اصطکاک قوه په دوو حالتونوکې څېړو.

1. جسم نسبت هغې سطحې ته چې پرې ایښی دی، رابښکل کیږي، خو ساکن پاتې کیږي، په دې حالت کې د اصطکاک قوه د ستاتیکي (سکون) اصطکاک قوې په نامه یادوي.

2. جسم نسبت هغه سطحې ته چې ورباندې دی، په حرکت کې وي، په دې حالت کې د اصطکاک قوه ډینامیکي (حرکي) اصطکاک قوه نوموي. په لاندې ډول هر يو تر مطالعې لاندې نیسو:

1 - **د سکون (ستاتیکي) اصطکاک قوه**: د جامداتو ترمنځ اصطکاک چې يوله بل سره په تماس کې دي، د دې له امله منځ ته راځي چې د اجسامو د تماس سطحه هیڅکله هواره او مسطحه نه وي. له دې امله کله چې يو جامد جسم د بل جامد جسم پرمخ راښکل کیږي، په دې حالت کې د نوموړو اجسامو سطحې يو د بل له پاسه اصطکاک تولیدوي.

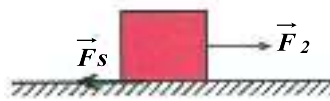
اوس فرض کړئ يو جسم د (a) د شکل په څېر، د يوې افقي سطحې پرمخ د سکون په حالت کې دی. په جسم د $\vec{F}$ قوه واردوو.


(a)

په پیل کې د دې قوې کچه کوچنۍ او له $\vec{F}$ سره برابره نیسو. هغسې چې جسم ساکن پاتې شي. د (b) شکل، څرنګه چې جسم ساکن دی، د نیوټن د دویم قانون له مخې باید پر جسم د وارده قوو محصله صفر وي، نو له دې کبله باید د $\vec{f_s}$ په څېر افقي قوه پر جسم وارده شوې وي، ترڅو د $\vec{F_1}$ قوې د اغېز په خنثی کولو سره، د جسم د حرکت د تعجیل نیولو مخه نیول شوې وي.

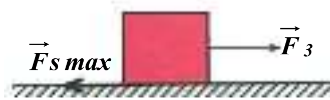


(b)



(c)

د $\vec{f_s}$ قوه د اتکاء سطحه پر جسم واردوي. دې قوې ته، «د ستاتیکي اصطکاک قوه» وايو.



(d)

(4-16) شکلونه

$$a = \frac{F}{m}$$

$$a = 0$$

$$F_1 - f_S = 0 \quad \Rightarrow \quad f_s = F_1$$

که په همدې ترتیب سره د $\vec{F_1}$ قوې کچه ور زیاته شي او د $\vec{F_2}$ کچې ته یې ورسوو. په دې حالت کې، که چیرې جسم همدارنګه ساکن پاتې شي، د پورتني ورته استدلال له مخې دې پایلې ته رسیږو چې د اصطکاک ستاتیکي قوه هم زیاته شوې او له $\vec{F_2}$ سره برابره شوې ده، له دې امله د $\vec{F}$ د قوې په زیاتولو سره د ستاتیکي اصطکاک قوه هم زیاتیږي.

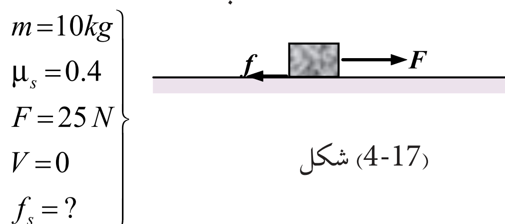
که چیرې په همدې ترتیب د $\vec{F_2}$ قوې کچه ورزیاته کړو او په $\vec{F_3}$ یې وښیو، جسم د حرکت په بهیر کې واقع کیږي. دا په دې معنا ده چې که چیرې د $\vec{F_3}$ کچه د $\vec{F_s}$ د قوې له کچې څخه لږ څه زیاته شي، جسم ساکن نه پاتې کیږي او په حرکت پیل کوي. په دې حالت کې د اصطکاک قوې ته «د حرکت په حال د اصطکاک قوه» ویل کیږي او په $f_{S\max}$ ښودل کیږي. د نیوټن له دویم قانون څخه پایله ترلاسه کیږي چې په وروستي حالت کې $f_{s\max} = F_3$ دي او همدارنګه د اصطکاک کچه د حرکت پرمهال کولای شو له لاندې رابطې څخه لاس ته راوړو: $f_{s\max} = \mu_s \cdot N. . . . (a)$

په دې رابطه کې N د اتکاء عمودي قوه ده، μ_s د ستاتیکي اصطکاک ضریب نومیږي چې د هغو سطحو چې یو له بله سره په تماس کې دي، د هغو د نوعیت او طبیعت تابع دي. μ_s پرته له واحده یو فزیکي کمیت دی. ولې؟

یادونه: د a رابطه یوازې په هغه حالت کې سمه ده چې جسم د حرکت په حال کې وي. له دې کبله د ستاتیکي اصطکاک قوه تل «$\mu_s N$» له کچې څخه کوچنی او زیات حد (Maximum) یې د $\mu_s N$ برابر دی، یعنې: $f_s \le \mu_s \cdot N$ دی.

مثال: یو جسم له $10kg$ کتلې سره د افقي سطحې پرمخ د $\mu_s = 0.4$ ستاتیکي اصطکاک له ضریب سره په 25 نیوټن قوې سره راکاږو، خو په خوځولو یې قادر نه یو. د اصطکاک قوه به د نیوټن په حساب څومره وي؟

$$\left.\begin{aligned} m &= 10kg \\ \mu_s &= 0.4 \\ F &= 25N \\ V &= 0 \\ f_s &= ? \end{aligned}\right\}$$



(4-17) شکل

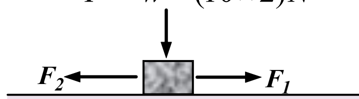
حل: څرنګه چې د F قوې په واردولو سره، جسم حرکت نه کوي او ساکن پاتې کیږي، په دې معنا چې د جسم د ستاتیکي اصطکاک قوې مقدار ددې وارده قوې له مقدار څخه زیات دی. یعنې:

$$F_s = \mu_s \cdot N = \mu_s \cdot m \cdot g = 0.4 \times 10kg \times 10\frac{m}{s^2} = 40N > F$$



پوښتنه:
په شکل کې یو جسم له $2kg$ کتلې سره د افقي سطحې پرمخ شتون لري او د F_1 او F_2 قوې چې د هرې یوې کچه 5 نیوټن ده، پرجسم عمل کوي، جسم د یو ډوله (یونواخت) حرکت په حال کې دی. د جسم او افقي سطحې ترمنځ د ستاتیکي اصطکاک ضریب پیداکړئ.

$$F = w = (10 \times 2)N$$



(4-18) شکل

2- **د حرکي (ډینامیکي) اصطکاک قوه**: فرض کړئ چې یو صندوق د یوې افقي سطحې پرمخ راکاږئ. که چیرې صندوق نور نه راکاږئ، ګورئ به چې سرعت یې ورو، ورو کمېږي او څو شېبې وروسته دریږي. که چیرې موټر چې د افقي سطحې پرمخ د حرکت په حال کې دی، برک نیسي، له لږې مودې وروسته موټر دریږي. دې ته په پام کولو سره چې قوه، د سرعت د بدلون لامل دی، باید یوه قوه د جسم د حرکت په خلاف لوري، په جسم وارده شوې وي. دا قوه د اصطکاک له حرکې(دینامیکي) قوې څخه عبارت ده. کله چې یو جامد جسم د بل جامد جسم پرمخ حرکت وکړي، د هر جسم د تماس له سطحې سره موازي یوه قوه ، د یوه جسم څخه پربل جسم واردېږي چې د اصطکاک ډینامیکي(حرکي) قوه نومیږي. په دې ځای کې هم د پورته رابطې په څېر لاندې معادله صدق کوي:

$$F_k = \mu_k \cdot N$$



(4-19) شکل

μ_k د دینامیکي (حرکي) اصطکاک له ضریب څخه عبارت دی.



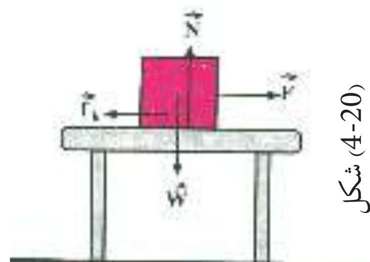
بحث وکړئ:

د ټولګــي په بیلابیلو ډلوکې «د ســتاتیکي اصطکاک او حرکي اصطکاک د قوو ترمنــځ توپیر» په هکله په خپلو کې بحث وکړئ او پایله یې ټولګیوالوته واوروئ.

مثال: یو جسم په $12kg$ کتلې سره د یوه تناب په مرسته چې ورسره وصل شوی دی، د افقي سطحې پرمخ راکاږو، که چیرې د تناب لوری افقي او د دواړوجسمونو د تماس د سطحې ترمنځ د حرکي اصطکاک ضریب مساوي له 0.25 سره وي. پرجسم وارده شوې د حرکي اصطکاک قوه څو نیوټنه ده؟ ($g = 10 m/s^2$ سره فرض کړئ).

حل: پر جسم واردې شوې قوې په لاندې شکل کې ښودل شوې دي. څرنګه چې جسم د افقي سطحې په امتداد حرکت کوي، د نیوټن له دویم قانون څخه پایله ترلاسه کیږي چې پر جسم د وارده قوو محصله په عمودي لوري کې صفر دی:

$$N - W = 0$$
$$N = W = mg$$
$$N = 120(N)$$
$$f_k = \mu_k \cdot N$$
$$f_k = 0.25 \times 120$$
$$f_k = 30(N)$$



(4-20) شکل

مثال: په مخکيني مثال کې، که چيرې تناب په $F = 36\,N$ قوې سره کش کړو، د حرکت تعجيل به څومره وي؟

حل: د تعجيل د محاسبې لپاره د نيوټن له دويم قانون څخه ګټه اخلو. پرجسم د واردو شوو قوو محصله برابره ده له:

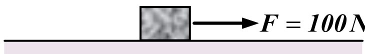
$$F - F_K = m \cdot a$$

$$\Rightarrow a = \frac{F - F_k}{m} = \frac{36-30}{12}$$

$$a = \frac{6}{12} = \frac{1}{2}\frac{m}{s^2} = 0.5\frac{m}{s^2}$$

تمرين:

په مخامخ شکل کې، جسم له $4\,{}^{m}\!/_{s^2}$ تعجيل سره د حرکت په حال کې دی. که چيرې د جسم کتله $20kg$ وي، د حرکي اصطکاک ضريب يې پيداکړئ.

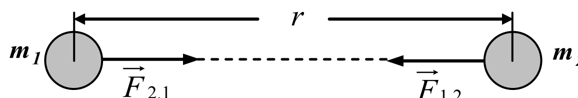


4-6: د نيوټن د جاذبې قانون

آيا تر اوسه مو له ځيله ځانه پوښتلي چې ولې کله چې يو جسم پورته خواته غورځوو، پس له يوې مودې څخه بېرته ښکته لوېږي؟ او يا ولې اوبه په وياله کې مخ ښکته حرکت کوي؟ له پخوا زمانو څخه بشر پوهيده چې ځمکه، خپل نژدې جسمونه د ځان په لور راکاږي، دې قوې ته د جاذبې قوه وايي. نيوټن انګليسي پوه (عالم) د جاذبې د قانون په بيانولو سره وښودله چې قوه د دواړو جسمونو ترمنځ شتون لري. د نيوټن د جاذبې د قانون له مخې دواړه کتلې، په يوه وخت يوبل جذبوي. نيوټن د جاذبې قانون په لاندې توګه بيان کړ: «د دوو کتلو ترمنځ د جاذبې قوه د دواړو کتلو د ضرب له حاصل سره مستقيم نسبت او د هغو ترمنځ د واټن له مربع سره معکوس نسبت لري» که چيرې د m_1 او m_2 دوو کتلو ترمنځ واټن له لاندې تماس سره سم له r سره برابروي، د جاذبې قوې (F) کچه د دوو کتلو ترمنځ له لاندې رابطې څخه په لاس راځي.

$$\vec{F}_{1.2} = -\vec{F}_{2.1} \text{ (عکس العمل) عمل او غبرګون } \Rightarrow F_{1.2} = F_{2.1} = F$$

$$F = G\frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \; . \; . \; . \; . \; . \; (1)$$



(4-21) شکل

په دې رابطه کې G د جاذبې نړیوال ثابت نومېږي، په SI سیستم کې د کتلې د اندازه کولو واحد، کیلوګرام (Kg)، د قوې د اندازه کولو واحد، نیوټن (N). د واټن د اندازه کولو واحد، متر (m) دی، نو G مساوي دی له:

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$$

مثال: دوه جسمونه له $5kg$ او $12kg$ کتلو سره په یو متري واټن کې یوله بله واقع دي، د هغو ترمنځ د جاذبې قوه محاسبه کړئ.

حل:

$$F = G\frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \Rightarrow F = 6.67\times10^{-11}\times\frac{5\times12}{1^2} \Rightarrow F = 4\times10^{-9}\ N$$

لکه څنګه چې پورتنی مثال راښیي، د جاذبې قوه د دووجسمونو ترمنځ له وړوکتلو سره د صرف نظر وړ ده.



پوښتنه:

د ځمکې کتله تقریباً $6\times10^{24}\,kg$ او د ځمکې شعاع تقریباً $6.4\times10^{6}\,m$ دي، د ځمکې د جاذبې قوه چې پر تاسو واردېږي، څو نیوټنه ده؟ (ددې قوې د محاسبې لپاره د ځمکې کتله د ځمکې پرمرکز متمرکزه فرض کړئ.

د وزن قوه - د جاذبې تعجیل

په دویم څپرکي کې د اجسامو د آزاد سقوط په بحث کې پوه شوئ چې د آزاد سقوط په حرکت کې تعجیل، د ټولو جسمونو لپاره یو شان او له g سره برابر دی، هغه قوه چې د دې تعجیل د منځ ته را تلو لامل کیږي، د نیوټن له دویم قانون څخه یې په دې توګه محاسبه کوو.

$$F = ma\ ,\ \ a = g \Rightarrow F = mg\ .\ .\ .\ .\ (\ 2\ )$$

له بلې خوا پوهیږو چې د وزن قوه د جسم د سقوط سبب ګرځي. که چیرې د وزن قوه په W وښیو، (2) رابطې ته په پام کولو به ولرو:

$$F = W \Rightarrow w = mg\ .\ \ .\ \ .\ \ .\ (\ 3\ )$$

د وزن قوه عبارت له جاذبوي قوې څخه ده چې ځمکه یې پرجسم واردوي. که چیرې د ځمکې کتله او شعاع په ترتیب سره په M_e او R_e وښیو، د (1) رابطې څخه په ګټې اخیستلو کولای شو د جسم وزن، یعنې پرجسم د ځمکې د جاذبې قوه دا ډول حساب کړو.

$$W = F\ \Rightarrow W = G\frac{m\cdot M_e}{R_e^2}\ .\ .\ .\ (4)$$

د (3) او (4) روا بطو له پر تله کولو دا پایله لاس ته راځي:

$$m.g = G\frac{m\cdot M_e}{R_e^2}\ \Rightarrow g = G\frac{M_e}{R_e^2}\ .\ .\ .\ .\ (\ \ 5\ \ )$$

نوټ: څو مره چې د ځمکې له سطحې څخه لیرې شو، د g کچه کمیږي. که چیرې د ځمکې له سطحې څخه د h په کیفي ارتفاع کې، g او g' سره برابر فرض کړو، نو و به لرو: $g' = G\frac{M_e}{(R_e+h)^2}$



خیړنه وکړئ:

خیړنه وکړئ چې د جاذبې نړیوال ضریب G د لومړي ځل لپاره د چا لخوا محاسبه شو؟ د هغه د کار طریقې په لنډه توګه ټولګي ته رپورت ورکړئ.



پوښتنه:

دې ته په پام کولو سره چې د g منځنۍ کچه د ځمکې په سطحه کې $9.8\,m/s^2$ په شاوخوا او د ځمکې شعاع $6.4\times10^6\,m$ دي. د ځمکې کتله محاسبه کړئ.

پراشوټ



(4-22) شکل

د پراشوټ حرکت د مطالعه کولو لپاره پکار دي چې د یوه جسم آزاد سقوط چې د سقوط پر مهال یې تعجیل د ځمکې په فضاکې د هوا مقاومت د شتون له امله په بدلون کې دی، مطالعه کړو.

یو هوا باز له پراشوت څخه په دې موخه ګټه اخلي چې د هوا د مقاومت یوه ستره قوه یې ګټلې وي، ترڅو وکولای شي د خپل وزن له قوې سره موازنه منځ ته راوړي اوهغه پورته خواته راوکاږي. (د راښکلود دې قوې کچه حتی که پراشوټ خلاص هم نه وي، د صرف نظر وړ نه ده، په دې ډول حالت کې به هوا باز له ډېر سرعت سره سقوط وکړي). پورته خواته د مقاومت د راښکلو قوه چې پر یوه جسم د سقوط په حال کې په هواکې واردیږي(له دې وروسته به دا قوه په F_d وښیو)، د جسم د سرعت له زیاتیدوسره به اتوماتیک ډول زیاتیږي اوکچه یې د جسم د سرعت له مربع سره متناسبه ده یعنې: $F_d = bV^2$

د b قیمت ثابت دی، د جسم د اندازې او شکل سره اړه لري او د مقاومت د قوې لوری د حرکت د لوري مخالف وي. څرنګه چې د سرعت له زیاتیدو سره د مقاومت قوه زیاتیږي، نوکله چې د راښکلو د مقاومت قوه، د جسم له وزن سره د مقدار له پلوه مساوي شي، په دې حالت کې به خامخا سقوط کوونکي جسم د تعادل په وضعیت کې واقع شي. هغه سرعت چې د مقاومت د قوې کچه په کې د جسم له وزن سره مساوي کیږي، د جسم د حدي سرعت په نامه یادیږي. کله چې د جسم سرعت حدي سرعت ته نژدې کیږي، تعجیل کوچنی او ترټولو کمیږي. کله چې جسم حدي سرعت ته رسیږي، تعجیل یې صفر کیږي.

که حدي سرعت په V_t وښيو، لکه څنګه چې د مقاومت د قوې کچه په دې سرعت کې د جسم له وزن سره مساوي ده، نو له دې کبله کولای شو ولیکو: $F_d = mg = bV_t^2 \Rightarrow b = mg/V_t^2$

نو له دې امله د د هر اختیاري سرعت لپاره لیکلای شو: $F_d = mg\dfrac{V^2}{V_t^2}$

د جسم حدي سرعت د هغه د کچې شکل او کتلې سره اړه لري. لاندې جدول د ځوجسمونو حدي سرعتونه د بیلګې په ډول ښیې.

جسم	حدي سرعت (m/s)
د چرګ بڼکه	0.5
د واورې دانه	1
د باران څاڅکي	7
هوا باز(له واز پراشوت سره)	$5-9$
الوتونکي عقاب	$50-60$
هوا باز (له الوتونکي پراشوت سره)	80
مرمۍ	100

مثال: دوه هوا بازان چې یو ډول پراشوټونه لري او کتلې یې (د پراشوټونو په ګډون) $62.0Kg$ او $82.0Kg$ دي. کوم هوا باز حدي زیات سرعت لري او د حدي سرعتونو نسبت یې څودی؟

د مثال حل لپاره لارښووني:

څرنګه چې پراشوتونه یو ډول دي، نوهیله دا ده چې په یوه ټاکلي سرعت باید د مقاومت راښکوونکي قوې کچه پر دواړو پراشوتونو یو ډول عمل وکړي.

هغه هوا باز چې وزن یې زیات دی، د دې لپاره چې د مقاومت قوه یې د هغه له وزن سره برابره وي، باید ژر سقوط وکړي. له دې امله د $82.0Kg$ هوا باز باید ډېر حدي سرعت ولري. د حدي سرعتونو نسبت د ټاکلو لپاره په پیل کې بیاموو چې څرنګه حدي سرعتونه د کتلې مربوط کیږي، وروسته به په دې سرعتونو کار وکړو.

حل: د V_t په حدي سرعت کې د مقاومت قوه باید د جسم له وزن سره مساوي وي یعنې:

$$mg = F_d = bV_t^2$$

ځرنګه چې پراشوتو نه یو ډول دي، ګورو به چې د b ثابت قیمت د دواړو پراشوتونو لپاره مساوي وي، له دې امله $V_t \propto \sqrt{m}$، نو دروند هواباز حدي ډېر سرعت لري او هغه د دې لپاره چې د مقاومت قوه له خپل وزن سره په توازن کې راوړي، باید چټک حرکت وکړي، نو د حدي سرعتونو نسبت به یې په دې ډول وي:

$$\frac{V_{t2}}{V_{t1}} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = \sqrt{\frac{82,0Kg}{62,0Kg}} = 1,15$$

د $82.0Kg$ وزن لرونکي هواباز حدي سرعت د کم وزنه هواباز له 1,15 چنده حدي سرعت سره برابردی یعنې 15% یې چټک حرکت کړیدی.

مباحثه: د $82.0Kg$ هواباز 32% دروند دی، ځکه: $\frac{82,0Kg}{62,0Kg} = 1,32$ خو حدي سرعت فقط 15% ډېردی او لامل یې دا دی چې د مقاومت قوه د سرعت له مربع سره مستقیماً متناسبه ده یعنې همدا 15%ډېر سرعت د مقاومت قوه 32% زیاتوي، یعنې: $(1\cdot15)^2 = 1\cdot32$

تمرین

یو پیلوټ خپل ځان له پراشوت سره د ځمکې د سطحې له یوه لوړوالي ځخه له خپلې الوتکې غورځوي. که چیرې د پیلوټ مجموعي کتله له پراشوت سره 112Kg وي، د هوا د مقاومت قوه هغه مهال چې پیلوټ حدي سرعت ته رسیږي، څومره ده؟

مثال- د باسکټبال یو توپ له یولوړ تعمیر څخه را خوشې کیږي.

a- د توپ لومړنی تعجیل د سقوط په موده کې څومره دی؟

b- د توپ تعجیل په هغه وخت کې چې توپ خپل حدي سرعت ته رسیږي حساب کړئ.

c- د توپ تعجیل په هغه وخت کې چې سرعت یې د حدي سرعت نیمایي ته رسیږي پیداکړئ.

د مثال د حل لپاره لارښوونه:

د y مثبت محور انتخابوو، تر څو د معمول په شان یې نقطې په پورته لور پرمخ په نښه کړو. ځرنګه چې توپ د سکون له حالت ځخه غورځول کیږي، نو له دې امله هغه یوازینی قوه چې د غورځولو په لومړۍ شیبه کې پرې عمل کوي، د ځمکې د جاذبې قوه ده په دې شیبه کې چې سرعت صفر دی، د هوا د مقاومت قوه هم صفر ده. کله چې توپ په حرکت کې دی، د مقاومت قوه پر جسم په وارده منتجه قوه کې ونډه لري.

حل:

a.ځرنګه چې د مقاومت قوه صفر ده. لومړنی تعجیل د آزاد سقوط له تعجیل سره مساوي دی، یعنې: $(\vec{a} = \vec{g})$

b. کله چې توپ خپل حدي سرعت ته رسیږي، د مقاومت د قوې کچه مساوي د توپ له وزن سره وي، خو په مخالف لوري کې عمل کوي او ځرنګه چې په دې حالت کې پر توپ منتجه قوه صفر ده. نو تعجیل په حدي سرعت کې صفر وي، یعنې: $\vec{a} = O$

c. کله چې توپ په نیم حدي سرعت کې د غورځېدو په حال وي، د مقاومت قوه مهمه ده ، خو دا قوه د توپ له وزن څخه کمه ده. محصله قوه په ښکته لور او د دې له مخې تعجیل هم (خومره چې په کمه کچه) مخ په ښکته عمل کوي. پوهیږو چې د مقاومت قوه په هر سرعت کې د لاندې رابطې په مرسته ټاکل کیږي.

$$F_d = mg\frac{V^2}{V_t^2}$$

او همدارنګه پوهیږو چې دا قوه د وزن د لوري خلاف په پورته لوري عمل کوي، نو منتجه عمودي قوه په دې ډول لیکو:

$$\sum F_y = F_d mg = mg\frac{V^2}{V_t^2} - mg = mg(\frac{V^2}{V_t^2} - 1)$$

د نیوټن د دویم قانون په تطبیقولو سره لرو:

$$\sum F_y = ma_y$$

ترلاسه شوی تعجیل د قیمت د لاسته راوړلو لپاره کولای شو چې ولیکو:

$$ma_y = mg\,(\frac{V^2}{V_t^2} - 1) \Rightarrow a_y = g\,(\frac{V^2}{V_t^2} - 1)$$

په هغه وخت کې چې سرعت له نیم حدي سرعت سره مساوي دی، یعنې:

$$V = \frac{1}{2}V_t \Rightarrow \frac{V^2}{V_t^2} = \frac{1}{4}$$

$$a_y = g\,(\frac{1}{4} - 1) = -3/4 \times g$$

نو د توپ تعجیل. $\vec{a} = -3/4\,\vec{g}$ او د $\vec{a}$ او $\vec{g}$ دواړه لوري مخ په ښکته دي.

مباحثه: څنګه کولای شو پوه شو چې د هوا مقاومت د صرف نظر وړ دی؟ که چیرې موږ د جسم په حدي سرعت په اټکلي ډول پوه شو په هغه وخت کې به پوه شو چې څومره د جسم سرعت د هغه د حدي سرعت په پرتله لږ وي، په همغه کچه د هوا مقاومت تر ډېره د صرف نظر وړ وي.



فعالیت:

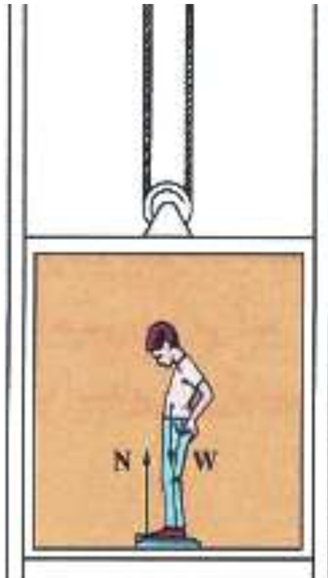
یو لوړ یا یو اوچت محل ته وخېژئ، او یا پر یوې زینې پورته شـئ او له هغه ځایه یو ټوکړی شـکله کاغذ لکه د کیک کاغذي جامګۍ او یوه پنځه افغانیګۍ سکه په یوه وخت خوشې کړئ. د هوا مقاومت د سکې په وړاندې د صرف نظر وړ دی، خو دا چې له ډېرې لوړې ارتفاع څخه خوشې شي. په داسې حال کې چې د هوا مقاومت د کاغذي ټوکړي په وړاندې ډېر د پام وړدی او ټوکړی تقریباً یو نا څاپه خپل حدي سـرعت ته رسـیږي. څو کاغذي ټوکړي (له دوونه ترڅلورو دا نو) سـره یوځای کړئ او هغوی له لومړني ټوکړي سره یوځای خوشې کړئ. څه به وګورئ؟ آیا د کاغذي توکړیو حدي سرعت زیات دی؟ ولې؟



اوس یوه ټوکړې کاغذ کلوله کړئ او بیا هغه په یو وخت له سکې سره خوشې کړئ. و به ګورئ په داسې حال کې چې د هوا مقاومت اوس بدلون موندلی، خو اوس هم د پاملرنې وړ دی. ولې؟
په دې هکله په ډلوکې بحث وکړئ او لاندې شکل ته چې یو ستروبو سکوپیک تصویر دی او د دوو جسمونو سقوط په هواکې له ډېر توپیري حدي سرعتونو سره ښيي، وګورئ او په مرسته يې د هغه فعالیت په هکله چې ترسره کړی مو دی، په ډلوکې بحث او مناقشه وکړئ (تصویرونه په زماني وقفو $1,15\,s$ کې عکاسي شوي دي)

(4-23) شکل

4-7: لفټ



لفټ څه شی دی؟ آیا تراوسه موله ځانه پوښتنه کړې ده چې لفت د فزیک له نظره څنګه کار کوي؟ کله چې د لفت د ننه یاست او لفت د v په ثابت سرعت پورته او یا ښکته حرکت کوي، څه پیښیږي؟ او که چیرې لفت د a په ثابت تعجیل په حرکت پیل وکړي، څه پیښیږي؟ او..... دا ټولې هغه پوښتنې دي چې تاسو به د دې لوست په پای کې هغو ته د ځواب ورکولو وړتیا ترلاسه کړئ.

پورتنیو پوښتنوته د ځواب ورکولو لپاره لاندې مثال ته پام وکړئ:
فرض کړئ چې یوتن د m له کتلې سره د لفت د ننه پر یوه فنرې تله ولاړ دی. پرفنري تلې د واردې قوې کچه په لاندې دریو حالتونو کې تر مطالعې لاندې نیسو:

(4-24) شکل

1 - که چیرې لفت ساکن وي: په دې حالت کې څرنګه چې لفت ساکن دی، په پایله کې د حرکت تعجیل به صفر وي. پر شخص واردې قوې په (4-24) شکل کې ښودل شوي دي، نو د نیوټن د دویم قانون له مخې لیکلای شو:

$$a = 0$$
$$F = N - W = 0$$
$$N = W = mg.............(1)$$

په دې حالت کې داسې پایله ترلاسه کولای شوچې: کله چې یوتن د لفت د ننه دی او د لفت تعجیل صفر دی، فنري تله یوازې د جسم د وزن قوه یعنې $W = mg$ راښیي.

2 - لفت د a په ثابت تعجيل پورته لوري ته په حرکت پيل کوي: په دې حالت د حرکت تعجيل د a په اندازه مخ په پورته دی او د نيوټن دويم قانون ته په پام کولو سره کولای شو وليکو چې :

$$F = ma$$
$$N - W = ma$$
$$N - mg = ma$$
$$N = ma + mg$$
$$N = m(a + g) \ldots . \quad (2)$$

3 - لفت د a ثابت تعجيل په لرلو ښکته لور په حرکت پيل کوي: په دې حالت کې هم د حرکت تعجيل د a په کچه مخ په ښکته دی (د حرکت مخ ښکته لوري مثبت په نظرکې نيسو) او د نيوټن دويم قانون ته په پام کولو سره کولای شو وليکو چې:

$$F = ma$$
$$W - N = ma$$
$$mg - N = ma$$
$$N = mg - ma$$
$$N = m(g - a) \ldots . . \quad (3)$$

نوټ: پورتنيو دريو حالتونو ته په پام کولو سره کولای شو پايله ترلاسه کړو: «کله چې لفت ساکن دی او يا له ثابت سرعت سره حرکت کوي، هغه عدد چې فنري تله يې ښيي، د شخص له ريښتني وزن سره برابردی، يعنې: $(N = W)$. کله چې لفت له ثابت تعجيل سره مخ پورته حرکت کوي، هغه عدد چې فنري تله يې ښيي، د شخص له واقعي وزن څخه ډېر دی، يعنې $(N \rangle W)$ کله چې لفت د مثبت تعجيل په لرلو سره مخ په ښکته حرکت کوي، هغه عدد چې فنري تله يې ښيي د شخص له ريښتني وزن څخه کم دی، يعنې: $(N \langle W)$

مثال: يوتن له $70\,kg$ کتلې سره د لفت د ننه ولاړدی، هغه عمودي قوه چې د لفت قاعده يې پرشخص واردوي په لاندې حالاتو کې يې محاسبه کړئ.

a- لفت ساکن دی

b- لفت په ثابت سرعت مخ پورته حرکت کوي.

c- لفت په $2m/s^2$ ثابت تعجيل پورته خواته په حرکت پيل کوي، ($g = 10\ m/s^2$ دې فرض شي)

حل: a) څرنګه چې لفت ساکن دی د حرکت تعجيل صفر دی او په پايله کې: $a = 0$

$$F = N - W = mg$$
$$N = W = mg$$
$$N = 70 \times 10 = 700\ N$$

b) په دې حالت کې چې لفت له ثابت سرعت سره مخ پورته خواته په حرکت کې دی، په پایله کې د حرکت تعجیل صفر دی او د a د محاسبې په څېر پایله تر لاسه کیږي چې $N = 700\ N$ دي.

c) په دې حالت کې د حرکت تعجیل $12m/s^2$ او مخ په پورته خواته دی او د نیوټن دویم قانون ته په پام کولو سره لرو چې:

$$F = m.a$$
$$N - W = ma$$
$$N - 700 = 70 \times 2$$
$$N = 840\ \ N$$



پوښتنه:

یو تن په لفت کې د یوې فنري تلې د پاسه ولاړ دی. د نوموړي شخص کتله $50\ kg$ ده، په لاندې حالتونوکې فنري تله کوم عدد ښیي؟

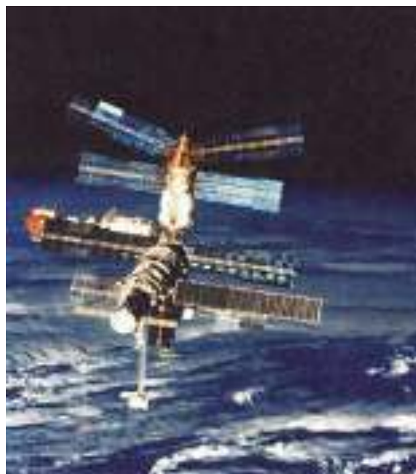
a- لفت له $2m/s^2$ تعجیل سره مخ پورته خواته حرکت کوي.

b- لفت له $2m/s^2$ تعجیل سره مخ ښکته خواته حرکت کوي.

c- لفت په ثابت سرعت حرکت کوي.

د مصنوعي سپوږمیو د حرکت دایروي مدارونه

لکه څنګه چې پوهیږو، مصنوعي سپوږمۍ د ځمکې په شاوخوا کې تقریباً د یوه دایره یي مسیر پرمخ حرکت کوي. اوس فرض کړئ چې یو سړی د مصنوعي سپوږمۍ په منځ کې دی ستاسو له نظره نوموړی سړی خپل حرکت نسبت ځمکې ته څنګهویني؟ کومې قوې په مصنوعي سپوږمۍ عمل کوي؟



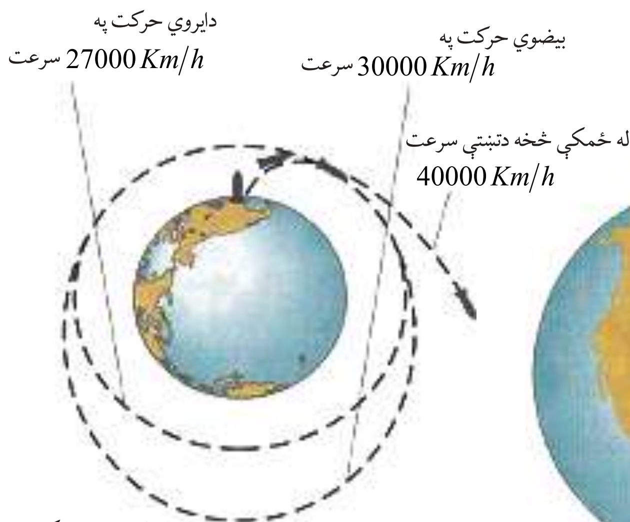
هغه سړی چې په مصنوعي سپوږمۍ کې دی، ګوري چې مصنوعي سپوږمۍ تل له ځمکې څخه همدا یو واټن لري (د دایروي مسیر له امله یې). یا په بل عبارت، د غه سړی ګورئ چې مصنوعي سپوږمۍ نسبت ځمکې ته ساکنه ده.

(25-4) شکل

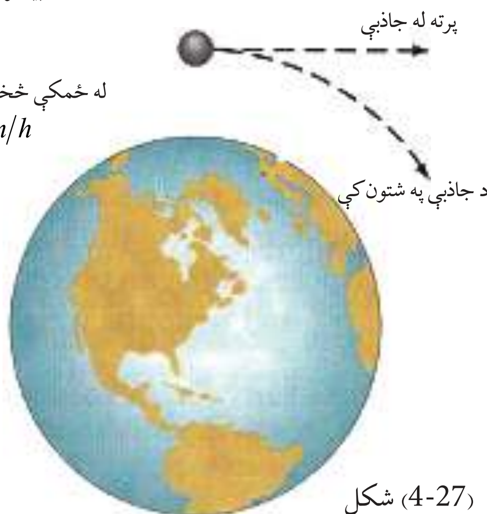
نوله دې امله نوموړی سرې دې پایلې ته رسیږي چې هېڅ یوه قوه پر مصنوعي سپوږمۍ عمل نه کوي، خو هغه څه ته په پاملرنې چې د دایروي حرکتونو په هکله مو ولوستل، کولای شو ووایو چې پر مصنوعي سپوږمۍ دوې قوې عمل کوي. یوه د جاذبې قوه mg او بله له مرکز څخه د تېښتې قوه $mR\omega^2$ چې دواړه قوې یوه له بلې څخه په مخالفو لوروکې دي. څرنګه چې مصنوعي سپوږمۍ د هغه سړي له نظره چې په مصنوعي سپوږمۍ کې دی، ساکنه ده، نوله دې امله ویلای شو چې دوې پورتنۍ قوې یوه له بلې سره د توازن په حال کې دي او یا په بل عبارت، دا دوې قوې یوه له بلې سره مساوي دي.یعنې:

$$m \cdot g = mR\omega^2 \; . \; . \; . \; . \; . \; (1)$$

$$g = R\omega^2$$



(4-26) شکل



(4-27) شکل

څرنګه چې $\omega = \frac{V}{R}$ دی او V د مصنوعي سپوږمۍ خطي سرعت دی، نو ددې قیمت په وضع کولوسره لرو چې:

$$g = \frac{V^2}{R} \; . \; . \; . \; . \; . \; (2)$$

له دې څخه پایله ترلاسه کیږي چې هغه سړی او نور شیان د مصنوعي سپوږمۍ په منځ کې دحرکت پرمهال بې وزنه کیږي، ځکه د (1) معادلې په اساس د مصنوعي سپوږمۍ وزن مساوي دی، له مرکز څخه تېښتې قوې سره او د هغو محصله صفر ده.



د څلورم څپرکي لنډيز

- د نيوټن د حرکت قوانين، په کلاسيک فزيک کې د حرکت پيژندنې ډېر مهم قوانين دي.
- د نيوټن لومړی قانون (دعطالت يا انرشيا قانون) بيا نوي چې: يو جسم د سکون او يا د مستقيم خط پرمخ خپل يو ډوله (يونواخت) حرکت ساتي، خو کله چې د يوې قوې تراغيزې لاندې د خپل حالت بدلون ته اړ کړای شي.
- مصنوعي سپوږمۍ چې د بشر لخوا هوا ته توغول کيږي، د هغوی د حرکتونو د محاسبې لپاره د نيوټن له دريم قانون څخه ګټه اخيستل کيږي.

- د نيوټن دويم قانون بيانوي چې: که چيرې پر يوه جسم قوې واردې شي، جسم داسې تعجيل اخلي چې پر جسم د وارده قوو له محصلې سره مستقيم نسبت او ورسره عين لوري لري او د جسم له کتلې سره معکوس نسبت لري چې په لاندې ډول بيانيږي.

$$\vec{a}=\frac{\vec{F}}{m} \quad \text{يا} \quad \vec{F}=m\vec{a}$$

- د نيوټن دريم قانون بيا نوي چې: هر کله چې يو جسم پر بل جسم قوه وارده کړي، دويم جسم هم په لومړي جسم برابره قوه په مخالف لوري واردوي چې په لاندې توګه ليکل کيږي.

له وکتوري پلوه .... $\vec{F}_{1.2}=-\vec{F}_{2.1}$

له سکالري پلوه .... $F_{1.2}=F_{2.1}$

- د اتکاء عمودي قوه، يو له هغو قوو څخه ده چې ځانګړی قانون ورته نشته، يعنې داسې رابطه نه شته چې په مرسته يې وکولای شو، د دې قوو کچه محاسبه کړو، لکه څنګه چې مو ولوستل، د دې قوو کچه د نيوټن د دويم قانون په مرسته محاسبه کوو.

- د ستاتيکي اصطکاک قوه: جسم نسبت هغې سطحې ته چې پرې ايښې، راکښل کيږي، خو ساکن باقي پاتې کيږي، په دې حالت کې د اصطکاک قوې ته د ستاتيکي اصطکاک قوه وايي. د ستاتيکي اصطکاک قوه د لاندې رابطې له مخې لاس ته راځي: $F_{S\max}=\mu_S\cdot N$
- کله چې جسم پر يوې سطحې قرار لري حرکت کوي، په دې حالت کې د اصطکاک قوې ته د حرکي (د ديناميکي) اصطکاک قوه وايي چې په لاندې ډول ليکل کيږي: $f_k=\mu_k\cdot N$

μ_S او μ_K په ترتیب سره د ستاتیکي او د ینامیکي اصطکاك له ضریبونو څخه عبارت دي چې د اندازه کولو واحدونه نلري.

که چیرې دوې کتلې m_1 او m_2 وي او د دوی تر منځ واټن r وي. د دوو کتلو ترمنځ د F جاذبوي قوې کچه له لاندې رابطې څخه په لاس راځي: $F = G\frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ پورتنۍ رابطه د نیوټن د جاذبې له قانون څخه عبارت ده چې د m_1 او m_2 دوو کتلو له حاصل ضرب سره مستقیمه رابطه او د دې دوو کتلو ترمنځ د واټن له مربع سره معکوسه رابطه لري:

- د وزن قوه عبارت له جاذبوي قوې څخه ده چې ځمکه يې پرجسم واردوي.
- د ځمکې د جاذبې د قوې کچه چې پرجسم واردیږي، له لاندې رابطې څخه لاس ته راځي:

$$W = G\frac{m.M_e}{R_e^2}$$

- د ځمکې د جاذبې د تعجیل (g) مقدار د $g = G\frac{M_e}{R_e^2}$ له پورتنۍ رابطې څخه لاسته راځي.
- که چیرې جسم د ځمکې له سطحې څخه د h په ارتفاع کې وي، په پایله کې پورتنۍ رابطه په لاندې شکل لیکل کیږي:

$$g' = G\frac{M_e}{(R_e + h)^2}$$

- کله چې لفت په ثابت سرعت حرکت کوي، $N = W$ که چیرې لِفت له ثابت تعجیل سره مخ په پورته حرکت وکړي، هغه مهال $N > W$ څخه او که چیرې لِفت له ثابت تعجیل سره مخ په ښکته حرکت وکړي، په پایله کې $N < w$ څخه وي.
- پر مصنوعي سپوږمیو دوې قوې عمل کوي، یوه يې د جاذبې قوه (مرکزته د جذب قوه) او دویمه يې له مرکز څخه د تیښتې قوه.

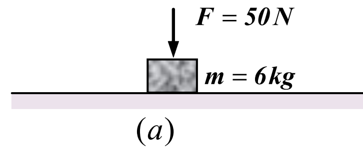
د خلورم څپرکي پوښتنې

1. د نیوټن د حرکت قوانین کوم شیان بیا نوي؟
2. د نیوټن لومړی قانون تعریف کړئ او له دې قانون څخه څه پایله تر لاسه کولای شو؟
3. عطالت یا انرشیا تعریف کړئ.
4. د نیوټن دویم قانون بیان کړئ او د کمیتونو اړیکه یې د اندازه کولو له واحدونو سره ذکر کړئ
5. د نیوټن دریم قانون تعریف کړئ.
6. یو موټر ولې په یو افقي سړک چې سطحه یې کنګل ده، نشي کولای د سړک له ګولایي څخه تابعیت وکړئ او د مستقیم خط په امتداد له سړک څخه منحرف کیږي؟
7. د نیوټن له لومړي قانون څخه درې مثالونه بیان کړئ.
8. پر یوه جسم چې 2Kg کتله لري، 20 نیوټنه قوه واردیږي:

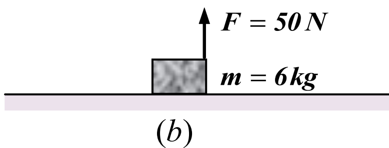
a- د جسم د حرکت تعجیل محاسبه کړئ.

b- که چیرې قوه،30 نیوټنه شي، د حرکت په تعجیل کې څه ډول بدلون رامنځ ته کیږي؟

9. دوه جسمونه له m_1 او m_2 کتلو سره چې پر یوې افقي سطحې د سکون په حالت کې دي ، د یو ډول قوو تر اغیز لاندې په حرکت پیل کوي. که چیرې د t زمان له تېریدو څخه وروسته یې سرعت په ترتیب سره v_1 او v_2 شي، د $\frac{V_2}{V_1}$ نسبت محاسبه کړئ.
10. یو جسم د سقوط په حال کې دی (د هوا له مقاومت څخه تېرشئ) کومې قوې پرې واردیږي؟ د دې قوو غبرګون (عکس العمل) مشخص کړئ.
11. د نیوټن د جاذبې قانون بیان کړئ او رابطه یې ولیکئ.
12. دوه جسمونه له 2Kg او 5Kg کتلو سره یو له بل څخه په $\sqrt{6.67}$ متري واټن کې شتون لري، د هغو ترمنځ جاذبوي قوه حساب کړئ.
13. په لاندې شکلونوکې د اتکاء عمودي قوه حساب کړئ($g=10\,m/s^2$ دې فرض شي)



(a)

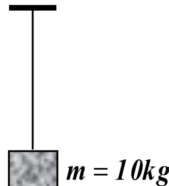


(b)

14. له شکل سره سم یو جسم له تناب سره تړلی او هغه مو په عمودي استقامت کې ساتلی دی.

a- که چیرې د ستګاه له $2\,m/s^2$ تعجیل سره مخ پورته حرکت وکړي، د تناب د راښکلو(کشش) قوه معلومه کړئ.

b- که چیرې د ستګاه له $2\,m/s^2$ تعجیل سره مخ په لاندې حرکت وکړي، د تناب د راښکلو قوه به څو نیوټنه وي؟



c- که چیرې د ستګاه په ثابت سرعت حرکت وکړي، د تناب د راښکلو قوه به څومره وي؟

15. د اصطکاک قوې د ډولونو نومونه واخلئ او څرګنده کړئ چې دا قوې څه وخت څرګندیږي؟

16. یو جسم له 20Kg کتلې سره د یوې افقي سطحې پرمخ چې ستاتیکي ضریب یې $\mu_s = 0.5$ دی ایښی او هغه د (F) قوې سره راکاږو، خو په ښور ولو یې قادر نه یو. د F قوه به د نیوټن پر حساب څومره وي؟

17. یو جسم د یوه فنر له څوکي سره په یو لفټ کې ځړول شوی دی، د جسم کتله 5Kg او د فنر ثابت $1000N/m$ دي. د فنر د اوږدوالي بدلون په لاندې حالتونوکې حساب کړئ.

a- لفت له $3m/s^2$ تعجیل سره مخ پورته په حرکت پیل کوي.

b- لفت له $3m/s^2$ تعجیل سره مخ ښکته په حرکت پیل کوي.

c- لفت له ثابت سرعت سره حرکت کوي.

18. غواړو یو جسم ته چې 10Kg کتله لري، $3m/s^2$ تعجیل ورکړو، د هغې قوې کچه چې باید پرې وارده یې کړو، په لاندې حالتونوکې حساب کړئ:

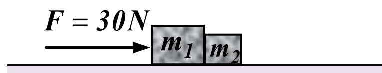
a- جسم د افقي سطحې پرمخ پرته له اصطکاک څخه حرکت کوي.

b- جسم پرافقي سطحه له 0.1 حرکي اصطکاک ضریب سره، په حرکت کې دی.

c- جسم په قایم مسیرکې مخ پورته حرکت کوي.

d- جسم په قایم مسیر کې مخ ښکته حرکت کوي.

19. د m_1 او m_2 دوه جسمونه د یوې هوارې اوصفا افقي سطحې پرمخ شتون لري، د m_1 کتلې کچه 10Kg او د m_2 کتلې کچه 5Kg ده ، د $\vec{F}$ افقي قوه چې کچه یې 30N ده، د شکل په څېر، په m_1 واردیږي، هغه په حرکت راولي، پیداکړئ چې د m_2 کتلې لخوا څومره قوه په m_1 کتلې باندې واردیږي؟ د دواړو کتلې مشترک شتاب حساب کړئ.



20. دځمکې د کُرې کتله $6\times10^{24}\ kg$ او د سپوږمۍ د کُرې کتله تقریباً $7.4\times10^{22}\,kg$ او د ځمکې د کُرې د مرکز واټن د سپوږمۍ د کُرې له مرکز څخه تقریباً $4\times10^{5}\ km$ دی.

a- د جاذبې قوه چې ځمکه یې پرسپوږمۍ واردوي محاسبه کړئ او ووایئ چې دا قوه سپوږمۍ ته څومره تعجیل ورکوي؟

b- د سپوږمۍ دجاذبې قوه پرځمکې څومره ده ؟ دا قوه ځمکې ته په کومه کچه تعجیل ورکوي؟

کار، میخانیکي انرژي او طاقت



ورزش کوونکي د بیس بال په توپ د یوې قوې په تطبیقولو سره، په یو لوړ او چټک سرعت سره تعجیل اخیستلو ته چمتو کوي. هغه د یوې داسې قوې په تطبیقولو سره چې پرمټ به یې ښایي توپ ته په مترونو د موقعیت بدلون ورکړي، یو داسې کار به ترسره کړي چې مجموعه به یې له ($\frac{1}{2}mV^2$) حرکي انرژي سره چې د توپ د سرعت ورکولو لپاره اړینه ده، مساوي وي. همدې لاسته راغلې پایلې ته د (کار- انرژي) قانون وایي.

تر اوسه پورې موږ د یوه جسم انتقالي حرکت د نیوټن د دریو قوانینوله نظره مطالعه کړ، د پورتینو قوانینو پر بنسټ، قوې د حرکت ټاکوونکي کمیت په توګه مرکزي رول لوباوه. په دې څپرکي او تردې وروستي څپرکي کې به موږ له مختلفو تحلیلونو سره د انرژي او مومنتم کمیتونو له نظره د اجسامو د انتقالي حرکت په هکله بحث وکړو.

د انرژي او مومنتم بنسټیز اهمیت د هغو د تحفظ په ځانګړتیا کې دی. یعنې هغوی په عمومي حالتونو کې ثابت پاتې کیږي. د تحفظي مقادیر و شتون نه یوازې دا چې موږ ته د نړۍ په طبیعت کې د ژور لیدلو قدرت راکوي، بلکې د عملي مسایلو حل ته د رسېدو بله لار راښیي. د انرژي او مومنتم د تحفظ قوانین په ځانګړې ډول د اجسامو له مختلفو سیستمونو سره چې له بېلابېلو قوو سره سراوکار لري او د هغو اړوندو مسایلو حل چې ډېر ګران او یا ناشونی ښکاري، ډېر د اهیمت وړ دی. دا قوانین په پراخ طیف کې، پدیدې او پیښې د اتوم او هستوي ذرو د نړۍ د پدیدو په ګډون چې نور پکې د نیوټن قوانین عملي ندي، د تطبیق وړ دي. په دې څپرکي کې به تاسو د دوو ډېرو مهمو مفاهیمو یعنې کار او انرژي د بېلابېلو ډولونو په هکله چې له میخانیک سره تړاو لري معلومات ترلاسه کړئ. دغه دوه کمیتونه سکالري دي او څرنګه چې د جهت لرونکي نه دي، مطالعه یې نسبت وکتوري مقدارونو ته آسانه ده. حرکي انرژي چې له حرکت سره اړیکې لري او ذخیره وي انرژي چې د یوه جسم له موقعیت سره تړاو لري، د انرژي دوه ډولونه دي چې په دې څپرکي کې به یې مطالعه کړئ. کار، انرژي او طاقتٍ یو له بل سره اړیکې لري. د ماشینونو ډولونه چې په ورځني ژوندانه کې ورسره سراوکار لرو، معمولاً د هغې کاري کچې له مخې چې د هغو په مرسته ترسره کیدای شي او هغه طاقت چې تولیدوي یې تشریح کیدای شي چې ددې څپرکي په پای کې به د نوموړو مفاهیمو په هکله اړین معلومات او بلدتیا ترلاسه کړئ.

هغه کار چې د ثابتې قوې په مټ ترسره کېږي

د کار مفهوم څه شی دی؟ هغه کار چې د یوې ثابتې قوې پرمټ ترسره کېږي، څه ډول دی؟ څنګه کولای شو کار د فزیک له مخې وڅېړو؟ د اووم ټولګي په فزیک کې تېرو اندازې د کار له مفهوم سره بلد شوئ، د هغو موضوعاتو د یادولو لپاره چې د اووم ټولګي په فزیک کې مو مطالعه کړل، لاندې فعالیت ترسره کړئ.



فعالیت:

هغه شمېر کارونه چې په خپل چاپیریال کې یې وینئ او یا له هغو سره مخامخ کېږئ ویې لیکئ او خپل ټولګي ته یې وړاندې کړئ.

ددې کارونو په ترسره کولو کې کومې ځانګړنې او ګډ عناصر شته؟ دا پوښتنه په ډلو کې تر بحث لاندې ونیسئ او بیایې ټولګي ته وړاندې کړئ.

پورتني ذکر شوي فعالیت ته په پام کولو سره په کارونو کې چې ترسره کېږي، دوه ګډ عنصرونه شتون لري.

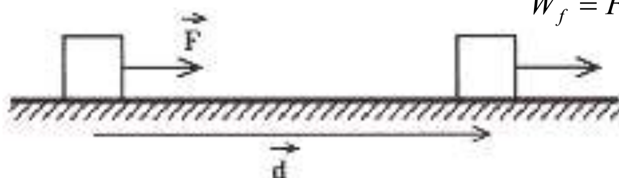
1. پر اجسامو قوه واردېږي.
2. پر اجسامو د قوې د اعمال له امله، هغوی د حالت او موقعیت له بدلون سره مخامخ کېږي.

لکه څنګه چې په (5-1) شکل کې یې وینئ. یو سړی پر جسم قوه واردوي او په پایله کې د جسم د مکان د بدلون سبب ګرځي. هغه څه ته په پاملرنې چې وویل شول. کولای شو ووایو چې د جسم د مکان د بدلون په لور د قوې مرکبې او د جسم په واسطه د وهل شوي فاصلې د ضرب حاصل پر متحرک جسم د عاملې قوې له کار څخه عبارت دی.



(5-1) شکل

یعنې که چېرې د (5-2) شکل په څېر، پر جسم د $\vec{F}$ په کچه قوه وارده شي، هغه د d په اندازه له ځایه بې ځایه کړي، د تعریف له مخې د F ثابتې قوې کار عبارت دی له: $W_f = F \cdot d$........(1)



(5-2) شکل

د کار د اندازه کولو واحد د SI په سیستم کې عبارت له $N \cdot m$ څخه دی چې ژول نومېږي او د J په نښې ښودل کېږي، یعني

$$1N \cdot m = 1J ....(2)$$

د cgs په سیستم کې د کار د اندازه کولو واحد له ارګ (erg) څخه عبارت دی چې په لاندې توګه وړاندې کېږي:

$$1 erg = 1 dyne \cdot 1 cm ....(3)$$

په انګلیسي سیستم کې کار په فوت پونډ ($foot - pound$) سره اندازه کېږي چې په دې ډول وړاندې کېږي:

$$1J = 10^7 erg = 0.7376 \ Lb \cdot ft ....(4)$$



پوښتنه: د ټولګي په مختلفو ډلو کې (4) رابطه د ډلو د غړو په مرسته ثابته کړئ.

کار له یو سکالري کمیت څخه عبارت دی. مثلاً که چېرې په (5-2) شکل کې کار د ځای او موقعیت له څو پرله پسې (متوالي) بدلون سره ترسره کړو، ټول کار کولای شو د ترسره شوو کارونو له جبري جمعې څخه د ځایونو په هر بدلون کې لاس ته راوړو.

مثال: یو تن $70N$ افقي قوه پر یوه جسم وارد وي او هغه د $10m$ په اندازه بې ځایه کوي، هغه تن څومره کار کړی دی؟

حل: له (1) رابطې څخه لرو چې:

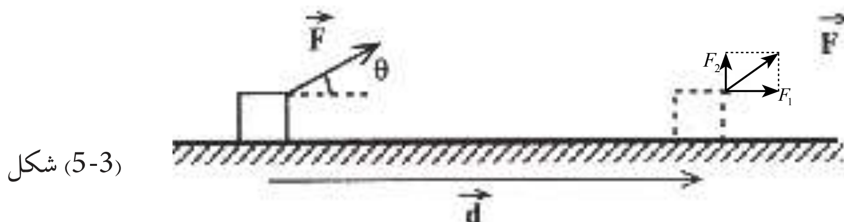
$$w = F \cdot d$$
$$w = (70N)(10m) = 700J$$



پوښتنه: که چېرې یو تن له $30N$ سره برابره قوه پر یوه جسم وارده کړي او هغه د $0.5m$ په اندازه پورته بوځي، نوموړي تن څومره کار ترسره کړی دی؟

شکل ته په پام کولو سره که چېرې د F د وارده قوې او د d ځای د بدلون ترمنځ د θ زاویه شتون ولري. کار څرنګه تعریفولای شو؟ ددې موخې لپاره په لاندې ډول عمل کوو: فرض کړئ چې پر جسم وارده قوه د (5-3) شکل په څېر د ځای د بدلون له وکتور سره د θ زاویه جوړوي. په دې حالت کې د F ثابتې قوې کار په لاندې ډول وړاندې کېږي:

$$w_f = F \cdot d \cos\theta ....(5) \quad \text{او یا} \quad w_f = F_1 \times d = F \cos\theta \cdot d$$



(5-3) شکل

نوټ: که چېرې په (5) رابطه کې، $\hat{\theta}=0$ شي، په پایله کې به (1) رابطه په لاس راشي.

مثال: 10N قوه په یوه جسم د $60°$ زاویې لاندې واردوو د (F) قوې کار د ځای په شپږ متري بدلون کې حساب کړئ:

حل:د (5) رابطې له مخې لرو چې:

$$W_f = F \cdot d \cos\hat{\theta}$$

$$W_f = (10N)(6m)\cos 60° = 10 \cdot 6 \cdot \frac{1}{2} = \frac{60}{2} = 30\ J$$

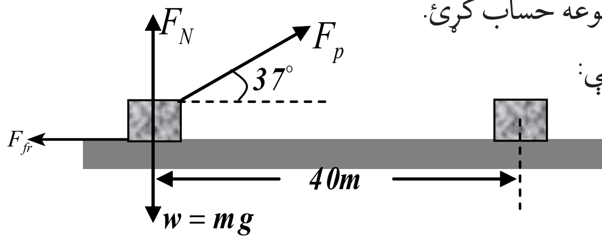
قوه کولای شي چې پر یوه جسم عمل وکړي، خو هېڅ کار ترسره نشي. د مثال په ډول، تاسو د ښوونځي خپل بکس په لاس کې ونیسئ او ودرېږئ، په دې حالت کې کار نه ترسره کوئ ولې؟

مثال: یو تن له $F_p = 100N$ ثابتې قوې سره، 50Kgجسم د 40m په اندازه بې ځایه کوي. که چېرې د قوې وکتور او د ځای بدلون وکتور ترمنځ زاویه $37°$ وي او د اصطکاک قوه $50N$ وي.

a. د هرې قوې کار چې پر جسم عمل کوي، لاس ته راوړئ.

b. پر جسم د ترسره شوي کار مجموعه حساب کړئ.

حل: شکل ته په پام کولو سره لرو چې:



(5-4) شکل

a) د W او F_N قوو په واسطه ترسره شوی کار له صفر سره مساوي دی، ځکه چې:

$$W_g = m \cdot g \cdot d\cos 90° = mgd \times 0 = 0$$

$$W_N = F_N \cdot d \cdot \cos 90° = F_N d \times 0 = 0$$

هغه کار چې د F_p قوې په مرسته ترسره کېږي، مساوي دی له:

$$W_p = F_p d\cos\hat{\theta} = (100N)(40m)\cos 37° = 3200\ J$$

$$= 100N \times 40m \times 0.8 = 3200J$$

هغه کار چې د اصطکاک له قوې سره ترسره کېږي:

$$W_{fr} = F_{fr} \cdot d\cos 180° = (50N)(40m)(-1) = -2000\ J$$

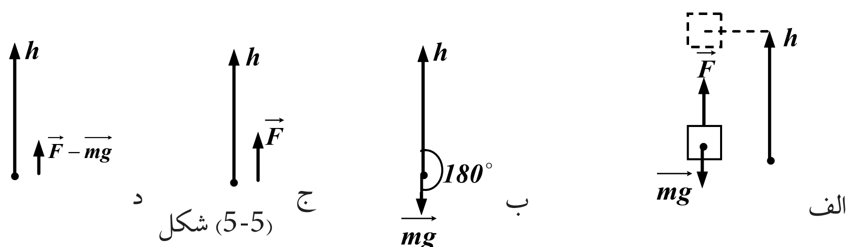
b) د ترسره شوي کار مجموعه (W_{net}) عبارت ده له: $W_{net} = W_g + W_N + W_p + W_{fr}$

$$W_{net} = 0 + 0 + 3200J - 2000\ J = 1200\ J$$

مثال: یو جسم د m له کتلې سره د (5-5) شکل سره سم د h په اندازه پورته وړو، د وزن د قوې کار څومره دی؟

حل: په دې حالت کې د وزن او د ځای بدلون وکتور ترمنځ زاویه 180° ده.

په پایله کې:
$$W_{mg} = m \cdot g \cdot h \cdot \cos 180^\circ = mgh\ (-1)$$
$$\Rightarrow W_{mg} = -mgh$$

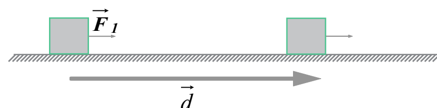


(5-5) شکل

تمرین: په شکل کې د F ثابته قوه په (افقي امتداد کې په یوه جسم د m په کتله واردېږي او هغه د یوې سطحې پرمخ له μ_k حرکي اصطکاک له ضریب سره بې ځایه کوي مطلوب دی.

a) د F قوې کار　　b) د اصطکاک قوې کار　　c) د عکس العمل قوې کار

d) د وزن قوې کار　　e) د قوو د محصلې کار



5-2: کار او حرکي انرژي

د پخوانیو معلوماتو له مخې پوهېږو چې د یوه جسم حرکي انرژي د m کتلې او v سرعت سره له $K_E = \frac{1}{2}mv^2$ رابطې سره ښودل کېږي.

کله چې یو توپ لومړی په عمودي ډول هوا ته غورځوو، د توپ سرعت په تدریجي توګه کمېږي. په دې معنا دی چې د توپ حرکي انرژي د پورته تللو پر مهال کمېږي، ددې پر خلاف که چېرې توپ د سکون له حالت څخه له یو لوړ ځایه را خوشې کړو، په پایله کې د توپ حرکي انرژي د ښکته راتلو پرمهال زیاتېږي.

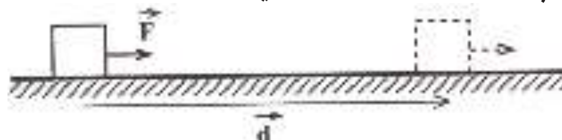
موږ په ورځنې ژوندانه کې په خپل چاپېریال او شاوخوا کې د اجسامو د انرژي د بدلون شاهدان یو، یو موټر چې بِرک شویدی حرکي انرژي یې کمېږي او....



فعالیت:

نورې بېلګې چې د حرکي انرژي د بدلون په هکله په خپل چاپېریال کې وینئ، ویې لیکئ او ټولګي ته یې وړاندې کړئ.

د کار او حرکي انرژي د رابطې د ښې څېړنې لپاره يو جسم د m په کتله (6-5) شکل سره سم په نظر کې ونيسئ چې د وارده قوو محصله يې ثابته او له $\vec{F}$ سره برابره ده او جسم ددې قوې تر اغېز لاندې د d په اندازې پر يوه افقي سطحه د مکان بدلون کوي.



(6-5) شکل

لکه څنګه چې پوهېږو د F د قوې کار له لاندې رابطې سره حسابېږي. $W = F \cdot d$ له بلې خوا د نيوټن له دويم قانون څخه په ګټې اخېستلو کولای شو وليکو چې $F = m \cdot a$ د F د قوې د اعمال له امله، د جسم سرعت د v_1 له کچې څخه په (1) نقطه کې د v_2 په کچه په (2) نقطه کې بدلون کوي او دا چې له پخوا څخه پوهېږو:

$$a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2d} \quad \text{اويا} \quad v_2^2 - v_1^2 = 2ad \; . \; . \; . \; .(1)$$

د $w = F \cdot d$ په رابطه کې ددې رابطې په ايښودلو سره لرو چې:

$$W = F \cdot d = m \cdot a \cdot d = m\,(\frac{v_2^2 - v_1^2}{2d})\; d = m\,(\frac{v_2^2 - v_1^2}{2})$$

$$\Rightarrow W = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \; . \; . \; . \; . \; (2)$$

ددې رابطې د ښي اړخ لومړی حد، د جسم حرکي انرژي په (2) نقطه کې او دويم حد يې د جسم حرکي انرژي په (1) نقطه کې دي.

په پايله کې که چېرې دوې حرکي انرژي په ترتيب سره په K_2 او K_1 وښيو لاندې رابطه په لاس راځي:

$$W = \Delta k \; . \; . \; . \; . \; (3) \quad \text{او يا:} \quad W = k_2 - k_1$$

(3) رابطه د کار او انرژي قضيې په نامه يادېږي، ددې قضيې له «د مکان په يوه بدلون کې پر يوه جسم د واردو شوو د محصلې کار په همغه د مکان بدلون کې د حرکي انرژی د بدلون سره برابر دی. ددې قضيې پر بنسټ که چېرې د محصله ثابتو قوو کار وي، $k_2 \angle k_1$ دی او حرکي انرژي کمېږي او همدارنګه که چېرې د محصلو قوو کار صفر وي، $k_2 = k_1$ دی او د جسم حرکي انرژي بدلون نه کوي.



مفهومي پوښتنه: د اجسامو په حرکي انرژي کې

a. که چېرې د جسم کتله دوه برابره شي، حرکي انرژي به په څومره کچه بدلون وکړي؟

b. که چېرې د جسم سرعت دوه برابره شي، د جسم حرکي انرژي به په څومره کچه بدلون وکړي؟ (په ټولګي کې پرې بحث وکړئ)

مثال: یو جسم له 1Kg کتلې سره له 10m لوړوالي څخه خوشې کوو، د کار او انرژي له قضیې څخه په ګټې اخېستلو، وټاکئ، کله چې جسم ځمکې ته رسېږي، حرکي انرژي یې څومره ده؟ ($g = 10m/s^2$ فرض شي).

حل: په دې مثال کې پر جسم یوازینۍ وارده قوه، د وزن قوه ده او ددې قوو کار برابر دی له:

$$W = F \cdot d \cdot \cos\hat{\theta} = m \cdot g \cdot h \cos 0° = (1kg)(10 m/s^2)(10m)(1) = 100\ J$$

دا چې د جسم لومړنۍ حرکي انرژي صفر ده، نو کولای شو ولیکو: $W = k_2 - k_1$

$$100 = k_2 - 0 \Rightarrow k_2 = 100\,J$$

مثال: یو موټر په 1500kg کتلې او $72\,Km/h$ سرعت په حرکت کې دی، که چېرې ډرېور برک ونیسي، موټر له یو څه واټن څخه وروسته درېږي. د اصطکاک د قوې اویا په موټر باندې د برک قوې کار پیداکړئ.

حل: د موټر سرعت له برک کولو څخه تر مخه برابر دی له:

$$V_1 = \frac{72.1000}{3600} = 20 m/s$$

او حرکي انرژي یې مخکې له برک کولو څخه مساوي دی له:

$$k_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2}(1500kg)(20 m/s)^2 = 300000\,J$$

دا چې موټر له برک کولو څخه وروسته درېږي $k_2 = 0$ دی. له بلې خوا د اصطکاک قوه، د اتکا عمودي قوه او د وزن قوه هغه قوې دي چې پر جسم اغېز کوي او په پایله کې:

$$W_{net} = W_f + W_N + W_{mg}$$

خو د اتکا د عمودي قوې کار او د وزن قوه له صفر سره برابر ده (ولې؟) په پایله کې:

$$W_{net} = W_f = k_2 - k_1 = 0 - 300000 = -300000\ J$$

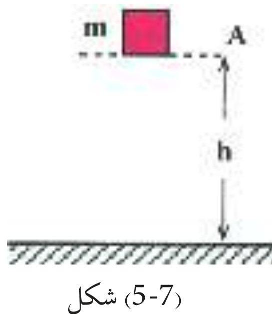
تمرین: یو موټر چې له یو ټن کتلې او له $36Km/h$ سرعت سره په حرکت کې دی. د موټر ډرېور ناڅاپه برک کوي. که چېرې د سړک او د موټر د ټایرونو ترمنځ د اصطکاک ضریب 0.5 وي، موټر به د څومره واټن له وهلو وروسته ودرېږي؟ ($g = 10m/s^2$ فرض شي).

تمرین: یو جسم د h له لوړوالي څخه خوشې کوو، د کار او انرژي له قضیې څخه په ګټې اخېستلو سره یې سرعت د لوړوالي په $3/4\,h$ برخه کې پیداکړئ. (د هوا له مقاومت څخه تېر شي).

تمرین: څومره کار په کار دی، تر څو یو موټر له 1000Kg کتلې سره د $20m/s$ سرعت په لرلو سره $30m/s$ ته ورسېږي؟

کار او د پوتنشیل انرژي

په پخواني لوست کې مو د کار او حرکي انرژي په هکله موضوعات زده کړل او د کار او حرکي انرژي ترمنځ رابطه مو په لاس راوړه. اوس ددې پوښتنې ځېرنې ته مخه کوو چې د کار او پوتنشیل انرژي ترمنځ رابطه څنګه ده؟ لکه څنګه چې پوهېږو د پوتنشیل جاذبوي انرژي هغه انرژي ده چې یو جسم یې د ځمکې له سطحې څخه د خپل لوړوالي له امله لري. یعنې که چېرې یو جسم د (5-7) شکل په څېر د ځمکې له سطحې څخه د h په لوړوالي کې واقع وي، د پوتنشیل جاذبوي انرژي لرونکی دی. د ځمکې له سطحې څخه د جسم د پورته کولو لپاره باید کار ترسره کړو، نو ددې کار د ترسره کېدو له امله جسم د پوتنشیل جاذبوي انرژي لاس ته راوړې ده، نو ویلای شو چې د پوتنشیل د انرژي په توګه ترسره شوی کار په جسم کې ذخیره کېږي.



(5-7) شکل

په دې لوست کې به b انرژي په کمې ډول تعریف او له کار سره به یې رابطه لاس ته راوړو.

(5-7) شکل ته په پام کولو سره هغه کار چې د F قوې په مرسته ترسره کېږي، ترڅو د m کتله د h تر لوړوالي پورته شي، عبارت دی له:

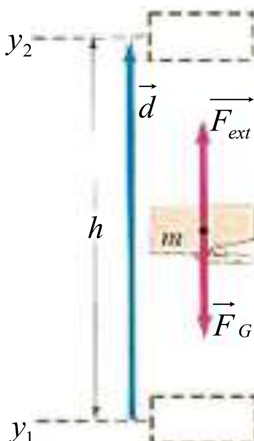
$$W_P = F \cdot d\cos\hat{\theta} = m \cdot g \cdot h\cos 0° = mg(h_2 - h_1)$$

په پایله کې کولای شو ولیکو چې: $W_P = mgh_2 - mgh_1 = \Delta p$

یعنې هغه کار چې د F قوې لخوا د m د کتلې د پورته کولو لپاره د h_1 له لوړوالي څخه د h_2 ارتفاع ته مصرفېږي، په هغې کې د پوتنشیل د انرژي له تفاضل څخه عبارت دی، یعنې: $u = W_P = \Delta p$

پورتنیو ټکو ته په کتو کولای شو، د پوتنشیل جاذبوي انرژي په لاندې توګه تعریف کړو:

د یوه جسم د پوتنشیل جاذبوي انرژي د ځمکې په نسبت په یوه نقطه کې له هغه کار سره برابره ده چې موږ یې ترسره کوو، ترڅو جسم په ثابت سرعت د ځمکې له سطحې څخه تر یادې شوې نقطې پورې ولېږدوو.



(5-8) شکل



بحث وکړئ:

د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې(5-8)شکل ته په پام کولو، د جاذبې قوه لاس ته راوړئ. په ډلو کې بحث وکړئ او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.



فعالیت:

د ټولګي په بېلابېلو ډلوکې لاندې جدول دیادو شوو لوړوالو لپاره، بشپړ کړئ. او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

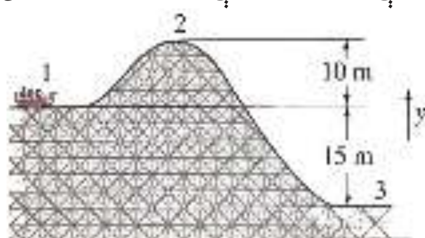
ارتفاع	حرکي انرژي	د پوټانسیل انرژي	د حرکي او پوټانسیل انرژیو مجموع
h			
$\frac{1}{2}\times h$			
$\frac{1}{4}\times h$			
0			

نوټ: د یادولو وړ ده چې که چېرې له ثابت سرعت سره شرط د پوټانشیل د انرژي په تعریف کې نه وای ذکر شوی، د بېلګې په توګه: د جسم سرعت زیاتېده او د کار یوه کچه د جسم د حرکي انرژۍ د زیاتېدو لپاره مصرفیده.

مثال: (5-9) شکل ښیي چې یو متحرك له $1000kg$ کتلې سره له 1 نقطې څخه په حرکت پیل کوي او د 2، 3 له نقطو څخه تېرېږي.

a. د پوټنشیل جاذبوي انرژي په 1 او 2 نقطوکې لاس ته راوړئ.

b. د 2 او 3 نقطو ترمنځ د پوټنشیل د انرژۍ توپیر حساب کړئ



(5-9) شکل

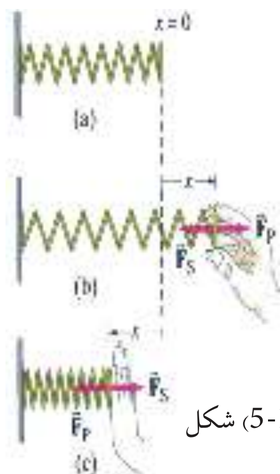
5-3: هغه کار چې د فنر لخوا پر کتلې ترسره کېږي

څنګه کولای شو هغه کار چې د یو فنر لخوا پر یوې کتلې ترسره کېږي، اندازه کړو؟

ددې موضوع د څېړلو لپاره یو فنر د لاندې شکل په څېر په نظر کې ونیسئ.

که چېرې فنر د عضلو د قوې په مرسته د d_x په اندازه راکاږو، په دې حالت کې د عضلو قوې د $(dw = F \cdot d_x)$ کار ترسره کړی دی.

که چیرې د خپل لاس په مرسته په فنر د F قوه وارده کړو او فنر د X په اندازه راکاږو او یایې کښېکاږو، ددې قوې کچه د فنر د X له واټن سره مستقیمه رابطه لري، نو له دې امله:



(5-10) شکل

$$F_p \alpha X \Rightarrow F_p = KX ....(1)$$

په دې رابطه کې k د فنر ثابت ضریب دی، راښکل شوی او کښېکاږل شوی فنر هم یوه قوه د F_p قوې پر مخالف لوري په لاس واردوي. ولې ؟ (بیان یې کړئ)

نوکولای شو ولیکو چې: $F_s = -KX \; . \; . \; . \; . \; . \; (2)$ (د فنر ارتجاعي قوه)

په دې رابطه کې د منفي نښه ښيي چې F_s د X د لوري په خلاف عمل کوي او د F_p او F_s دوې قوې، یو دبل پر خلاف لوري کې دي. لکه څنګه چې پوهېږو (2) رابطه د هوک قانون څرګندوي او په پایله کې لیکلای شو: $F_p = -F_s \; . \; . \; . \; . \; (3)$

هغه کار چې د $-F_p = KX$ د قوې پرمټ ترسره کېږي، عبارت دی له: $dw = -F_p \cdot d_x$

د (2) رابطې څخه لرو چې: $\Rightarrow dw = \vec{kx} \cdot \vec{dx}$

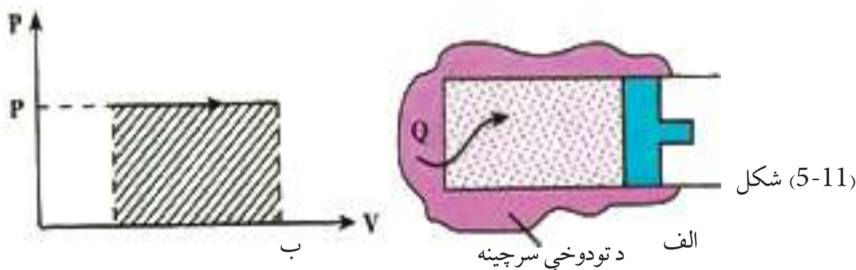
څرنګه چې F_P د $X_1 = 0$ له موقعیت څخه تر هر وروستني X موقعیت پورې خطي تحول لري، نو ځکه متوسطه قوه $(\overline{F})$ عبارت له $(\overline{F} = \frac{1}{2}(0 + KX) = \frac{1}{2}KX)$ څخه او مجموعي سرته رسیدلي کار $(W = \overline{F}X = \frac{1}{2}KX \times X = \frac{1}{2}KX^2)$ وي چې دا کار د فنر د پوتانشیلي انرژي په نوم هم یادېږي.

مثال: د یو فنر ثابت ضریب $405\,N/m$ دی، څومره کچه کار په کار دی، ترڅو فنر 3cm اوږد شي؟

حل: $w = \frac{1}{2}(405\,N/m)(0.03m)^2 = 0.182\,J$

هغه کار چې د ګاز په مرسته له ثابت فشار سره پر پستون ترسره کېږي

هغه کار چې د ګاز لخوا پر پستون ترسره کېږي، د څېړلو لپاره یې یو ګاز د (الف، 11-5) شکل په څېر د یو پستون په منځ کې چې د تودوخې له سرچینې سره په تماس کې دی، په نظر کې ونیسئ. ګاز په پیل کې د P په فشار او v_1 حجم کې د تعادل په حالت کې دي. (فرض کړئ چې د پستون او استوانې ترمنځ اصطکاک د صرف نظر وړ وي) په دې صورت کې د ګاز فشار د چاپېریال له فشار سره برابر دی، ولې؟ د سرچینې او سیستم ترمنځ د تودوخې د توپیر له کبله د تودوخې کمه کچه ګاز ته لېږدول کیږي چې په پایله کې ګاز لږ منبسط کېږي او پستون یوڅه ښي لور یا د شا پلو ته لېږدوي.

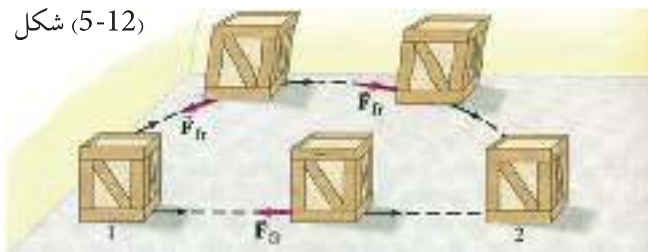


(11-5) شکل

که چېرې په همدې ترتیب دګاز تودوخې ورکولو ته ورو، ورو دوام ورکړو. ګاز په څنډ سره منبسط کېږي او پستون ډېر ورو ښې لورته حرکت کوي. په دې حالت کې به د پستون تعجیل ډېر کوچنی وي.
په پایله کې هغه قوه چې ګاز یې پر پستون واردوي، باید له هغه قوې سره چې چاپیریال یې په پستون واردوي برابره وي، نو له دې امله ویلی شو چې د تودوخې ورکولو په بهیر کې دګاز فشار د محیط له فشار سره یو شان دی، یعنې ددې عمل پر مهال دګاز فشار ثابت پاته کېږي. د حجم او فشار ګراف $(p-v)$ په دې عملیه کې د (ب، 11-5) په شکل کې ښودل شوی دی.
په دې عمل کې هم حرارت او هم کار سره مبادله کېږي، لومړی کار محاسبه کوو.
که چېرې د ګاز فشار P وي، ګاز د عملیې پر مهال د $F = P \cdot A$ قوه په پستون واردوي چې په هغې کې A د پستون سر له مساحت څخه عبارت دی. که چېرې د پستون د ځای بدلون له d سره برابر وي. د W کار چې سیستم یې د چاپیریال پرمخ ترسره کوي، له لاندې رابطې څخه لاس ته راځي: $W = F \cdot d = (P \cdot A)d$ خو Ad د استوانې له حجم څخه عبارت دی چې برابر دی له: $\Delta V = V_2 - V_1$ د حجمونو توپیر په پایله کې: $W = P\Delta V$ ....(4)
(4) رابطه له هغه کار څخه عبارت دی چې پستون یې د چاپیریال پرمخ ترسره کوي.

5-4: تحفظي او غیر تحفظي قوې

تحفظي او غیرتحفظي قوې څنګه قوې دي؟ ددې دوو قوو ترمنځ کوم توپیر شتون لري؟
لکه څنګه چې پوهېږو که یو جسم د h_1 له ارتفاع څخه د h_2 ارتفاع ته پورته کړو. باید انرژي مصرف کړو او کار ترسره کړو. په دې حالت کې ترسره شوی کار د لارې له مسیر سره تړاو نه لري، بلکې یوازې د پیل او پای له نقطې سره تړاو لري. دې ډول قوو ته تحفظي قوې وایي. د ځمکې د جاذبې قوه د تحفظي قوو یوه ښه بېلګه ده. په هغه صورت کې چې د F قوې پرمټ ترسره شوي کار د لارې له مسیر سره تړاو لري. په دې صورت کې دې ډول قوو ته، غیر تحفظي قوې وایي. ددې ډول قوو ښه بېلګه له اصطکاک قوې څخه عبارت ده. په همغه ډول چې په (5-12) شکل کې وینئ، کله چې یو جسم ته له یوې نقطې څخه بلې نقطې ته حرکت ورکول کېږي، هغه کار چې ترسره شو، د جسم پرمټ له وهل شوي مسیر سره تړاو لري. لکه چې په شکل کې لیدل کېږي چې جسم له 1 موقعیت څخه تر 2 موقعیت پورې د دوو مسیرونو له لارې حرکت کولای شي.



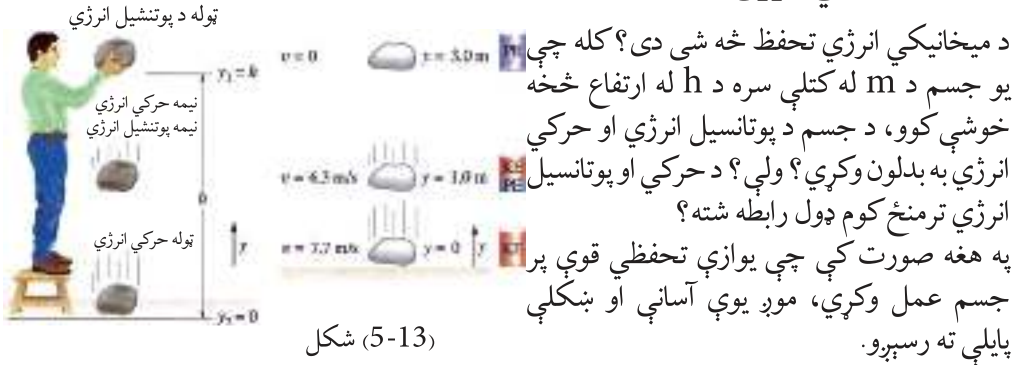
(5-12) شکل

1 مستقیم مسیر 2 منحني مسیر، که چېرې جسم له 1 موقعیت څخه تر 2 موقعیت پورې له منحني مسیر څخه حرکت وکړي، د اصطکاک د قوې کار د هغه د اصطکاک قوې له کارڅخه زیات دی چې همغه جسم له مستقیم مسیر څخه حرکت کوي.

5-5: د میخانیکي انرژی ساتنه (تحفظ)

د میخانیکي انرژي تحفظ څه شی دی؟ کله چې یو جسم د m له کتلې سره د h له ارتفاع څخه خوشې کوو، د جسم د پوتانسیل انرژي او حرکي انرژي په بدلون وکړي؟ ولې؟ د حرکي او پوتانسیل انرژي ترمنځ کوم ډول رابطه شته؟

په هغه صورت کې چې یوازې تحفظي قوې پر جسم عمل وکړي، موږ یوې آساني او ښکلې پایلې ته رسیږو.

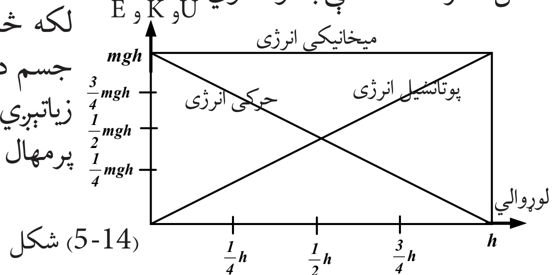


(5-13) شکل

ددې پایلې د توضیح او پورتنیو پوښتنوته د ځواب ورکولو لپاره هغه جسم چې د m کتله لري، په نظر کې ونیسئ چې د ځمکې له سطحې څخه د y له لوړوالي څخه خوشې شوی دی.

په مخامخ شکل کې لیدل کیږي چې د سقوط پر پایله کې د جسم حرکي او پوتانسیل انرژي د لاندې شکل د ګراف له مخې بدلون کوي.

لکه څنګه چې لیدل کیږي، د سقوط پر مهال، د جسم د پوتانسیل انرژي کمیږي او حرکي انرژي یې زیاتیږي، خو د دې دوو انرژیګانو مجموعه د حرکت پرمهال په هره لحظه کې ثابته پاتې کیږي.



(5-14) شکل

د پورتنیو مفاهیمو په پوهېدو سره اوس یو نوې کمیت چې میخانیکي انرژي (E) نومیږي، څېړو چې د حرکي او پوتنشیل انرژي له مجموعې څخه عبارت ده او په هغه ډول چې په پورته مثال کې مو ولیدل، د دې کمیت کچه د جسم د آزاد سقوط پر مهال تل ثابت پاتې کیږي، یعنې د پوتانسیل انرژي له زیاتیدو سره د حرکي انرژي کچه کمیږي او برعکس، یعنې: $K_E + P_E = const = M_E$ که څه هم په پورته مثال کې د میخانیکي انرژۍ تحفظ ښودل شوی دی، خو کولای شو وښیو چې له یو شمېر قوو که د فنر راښکلو بریښنایي قوې او .... سره هم میخانیکي انرژي ثابته پاتې کیږي. له پورتنۍ معادلې څخه پایله ترلاسه کیږي چې په یوه سیستم کې چې بهرنۍ قوې پرې عمل ونه کړي، د پوتنشیل او حرکي انرژي مجموعه ثابته وي چې دا قانون د میخانیکي انرژۍ د تحفظ د قانون په نامه یادیږي.

مثال: یو جسم له 0.5Kg کتلې سره د 2m له ارتفاع څخه د $10m/s$ له سرعت سره مخ پورته غورځوو. دا جسم تر ډېره حده تر کومې ارتفاع پورې پورته ځي؟

$g = 10m/s^2$ فرض کیږي او د هوا له مقاومت څخه دې صرف نظر وشي.

حل: د جسم حرکي انرژي د غورځولو په نقطه کې برابره ده له: $K_1 = \frac{1}{2}mV_1^2 = \frac{1}{2}(0.5)\ (10)^2 = 25J$

او د پوتنشیل انرژي يې په همدې نقطه کې برابره ده له: $P_{E_1} = u_1 = mgh_1 = 0.5 \times 10 \times 2 = 10J$

همدارنګه د جسم حرکي انرژي تر ټولو په لوړه نقطه کې $K_2 = 0$ او د پوتنشیل جاذبوي انرژي يې په دې نقطه کې برابر ه ده له: $P_{E_2} = u_2 = mgh_2 = 0.5 \times 10 \times h_2 = 5h_2$

د میخانیکي انرژي د تحفظ پر بنسټ لیکلای شو چې:

$$U_1 + K_1 = U_2 + K_2$$
$$10 + 25 = 5h_2 + 0$$
$$\Rightarrow 35 = 5h_2 \Leftrightarrow h_2 = 7m$$

د غیر تحفظي قوو پرمټ ترسره شوی کار

په تېرو لوستونو کې له تحفظي او غیر تحفظي قوو سره آشنا شوئ او همدارنګه د تحفظي قوو پرمټ له ترسره شوي کار سره هم بلد شوئ، خو تر اوسه مو له خپله ځان څخه پوښتنه کړې ده چې د غیر تحفظي قوو کار څنګه دی؟

آيا هغه کار چې د تحفظي او غیر تحفظي قوو پرمټ ترسره کېږي، یو شان دی؟ ولې؟

مثال: مخکینو زده کړو ته په پاملرنې، د غیر تحفظي قوو یو مثال راوړئ او په هکله يې بحث وکړئ.

حل: د غیر تحفظي قوو پرمټ ترسره شوی کار د لارې له مسیر سره تړاو لري، ددې ډول قوو ښه بېلګه د اصطکاک له قوې څخه عبارت ده. مثلاً که چیرې تاسو د یوه جسم چې د ځمکې پرمخ ایښی دی، ځای بدل کړئ، (په منحني ډول، په مستقیم، په منکسر یا زیګزاکي ډول) په دې ډول هر یوه د ځای بدلون کې کار د اصطکاک د قوو پرمټ ترسره شوي او یو له بله توپیر لري.



بحث وکړئ:

د ټولګي په مختلفو ډلو کې په دې هکله چې ولې د پوتانسیل انرژي د تحفظي قوو لپاره تعریف کیدای شـي بحث وکړئ او پایله يې ټولګي ته وړاندې کړئ.

اوس د کار او انرژۍ له قضیې څخه په ګټې اخیستلو ($w_{net} = \Delta k$) د غیر تحفظي قوو پرمټ د ترسره شوي کار په اړه دقیقې څېړنې پیل کوو چې د پوتانسیل انرژي هم رانغاړي.

فرض کړئ چې په یوه جسم څو قوې عمل کوي او جسم ددې قوو تر اغېزې لاندې د مکان بدلون کوي او فرض کړئ چې ددې قوو یو شمېر تحفظي او نورې يې غیر تحفظي قوې دي. په دې حالت کې ددې دوو ډولو قوو پرمټ ټول ترسره شوی کار کولای شو داسې ولیکو:

$$W_{net} = W_c + W_{Nc} \ldots\ldots\ldots.(1)$$

W_c هغه کار دی چې د تحفظي او W_{Nc} هغه کار دي چې د غیرتحفظي قوو پرمټ ترسره کېږي.

اوس د کار او انرژۍ له قضیې څخه په ګټه اخیستلو داسې لیکلای شو:

$$W_{net} = \Delta k$$
$$\rightarrow W_c + W_{Nc} = \Delta k \qquad , \Delta k = k_2 - k_1$$
$$\rightarrow W_{Nc} = \Delta k - W_c \ldots\ldots\ldots.(2)$$

هغه کار چې د تحفظي قوو پرمټ ترسره کېږي، کولای شو چې د پوتانسیل د انرژۍ په بڼه یې ولیکو، لکه څنګه چې له پخوانیو لوستونو څخه مو زده کړي: $W_c = -\Delta u ....(3)$

اوس له (3) رابطې څخه (2) رابطې ته د W_c په تعویضولو سره لیکلای شو چې:

$$W_{Nc} = \Delta k - (-\Delta u)$$

$$\rightarrow (W_{Nc} = \Delta k + \Delta u) ....(4)$$

(4) رابطه د غیر تحفظي قوو پرمټ د ترسره شوي کار لپاره یوه کلي رابطه ده.

5-6: طاقت (توان)

توان څه شی دی؟ توان، کار او زمان یو له بله سره څه ډول رابطه لري؟

د اووم ټولګي په فزیک کې مو د توان په هکله معلومات لاس ته راوړل، همدارنګه په پخوانیو لوستونو کې مو د ترسره شوي کار په هکله بحث وکړ، خو د هغه زمان په هکله چې دا کار پکې ترسره کېږي، خبرې نه دي شوي. کار کیدای شي پخ (ورو) او یا ډېر چټک ترسره شي، یو جسم کولای شو په 10 یا 15 ثانیو کې یوې ټاکلي ارتفاع ته پورته کړو. په دواړو حالتونو کې ترسره شوی کار یو ډول دی، خو په لومړي حالت کې کار ډېر چټک ترسره شوی دی. د کار د ترسره کولو د وخت په نظر کې نیولو لپاره، یو مناسب کمیت د توان په نامه تعریفوو. په همغه ډول چې د اووم ټولګي په فزیک کې مو هم ولوستل، د w کار چې د t په زمانه کې ترسره کېږي، د p د توان پرمټ ترسره شوي کار د زمان په واحد کې تعریفېږي. یعنې: $P = \frac{w}{t} \; . \; . \; . \; . \quad (5-18)$

په SI سیستم کې د توان د اندازه کولو واحد ژول پر ثانیه $(J/_s)$ دی. چې د جیمز واټ د علمي کارونو په ویاړ په واټ (W) نومول کېږي او همدارنګه د قوې او سرعت له جنسه توان (P) له لاندې رابطې څخه هم لاسته راځي:

$$P = \frac{w}{t} = \frac{F \cdot d}{t} = F \cdot v$$



فعالیت:

د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې د کار، زمان او توان ترمنځ د اړیکو په اړه مخامخ جدول ډک او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

$W(J)$	$t(s)$	$P = \frac{w}{t} \; (watt)$
10	2	?
10	1	?
20	$1/2$	?
80	$1/4$	?

مثال: یو غر مزلی (کوهنوردی) له $60\ kg$ کتلې سره د 4 ثانیو په موده کې $4.5m$ ارتفاع وهي. د غرمزلي توان لاس ته راوړئ، ($g = 9.8\,m/s^2$ فرض کړئ).

حل: لومړی د غر مزلي لخوا ترسره شوی کار لاس ته راوړو:

$$w = m \cdot g \cdot h = (60\ kg)\ (9 \cdot 8\ m/s^2)\ (4 \cdot 5\ m) = 2646\ \ J$$

$$P = \frac{w}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{2646J}{4s} = 661.5\,w$$

د موټر، برېښنايي جارو، لِفت او نورو په څېر هره وسيله چې کار ترسره کوي، انرژي مصرفوي. له دې وسيلو څخه دګټې اخېستلو لپاره بايد هغو ته انرژي ورکړو، دې انرژي ته ورودي يا مصرفي انرژي وايي. څرنګه چې ددې انرژۍ يوه برخه د اصطکاک له امله او يا د وسيلې د اجزاوو د حرکت ورکولو لپاره مصرفېږي، نو له دې امله د وسيلې کار ياګټوره خروجي انرژي د هغې له ورودي انرژي سره برابره نه ده. په پايله کې د ورودي انرژۍ يوازې يو څه کچه دګټې اخېستلو وړ ده. دغه کچه معمولاً د فيصدي په ډول بيانېږي او د ېېرته ورکړې يا اغېزمنتيا (موثريت) په نامه يادېږي.

$$\text{اغېزمنتيا(مؤثريت)} = \frac{\text{خروجي کار}}{\text{ورودی کار}} \times 100$$



د پنځم څپرکي لنډيز

- د جسم د مکان بدلون په لور د قوې مرکبې او د جسم په واسطه د وهل شوي واټن د ضرب حاصل پر متحرك جسم د عاملې قوې له کار څخه عبارت دی. يعنې: $W = F \cdot d$

- که چېرې يوه قوه د (θ) ترڅو ټاکلې زاويې لاندې پر جسم وارده شي او جسم د d په اندازه بې ځايه کړي، د F د قوې پرمټ ترسره شوي کار به عبارت وي له: $w = (F\cos\hat{\theta})\,d = Fd\cos\hat{\theta}$

- د F د قوې پرمټ ترسره شوی کار به منفي وي، په هغه صورت کې چې: $\theta > 90^\circ$ وي.

- په هغه وخت کې چې پر جسم له يوې څخه زياتې قوې عمل وکړي، مجموعي کار د ټولو هغو کارونو د جمعې له حاصل څخه عبارت دی چې د هرې قوې په واسطه په جلا، جلا توګه ترسره کيږي، يعنې:

$$W_{total} = W_1 + W_2 + W_3 + \ldots.$$

او يا مجموعي کار کولای شو په لاندې توګه وليکو:

$$W_{total} = (F_{total}\cos\hat{\theta})\,d = F_{total}\ d\ \cos\hat{\theta}$$

- دکار د اندازه کولو واحد د (SI) په سيستم کې له ژول (J) څخه عبارت دی، $1J = 1N \cdot m$

- هغه کار چې د بيلابيلو قوو په واسطه ترسره کيږي د x محور پرمخ د قوې او بدلون مکان د منحني ترمنځ مساحت دی.

- د يو فنر پرمټ ترسره شوی کار چې د x په اندازه کښېکاږل شوی او يا راښکل شوی عبارت دی له:

$$W = \frac{1}{2}kx^2$$

- که چیرې د F قوې پرمټ ترسره شوی کار د لارې پر مسیر پورې تړاو ونه لري، بلکې یوازې د پیل او پای له نقطې سره اړیکې ولري، دې ډول قوو ته تحفظي قوې وايي او برعکس په هغه وخت کې چې ترسره شوي کار له مسیر سره تړاو ولري، دې ډول قوو ته غیرتحفظي قوې وايي.

- د 1او 2 موقعیتونو یا دوو نقطو ترمنځ مجموعي کار د حرکي انرژۍ له تفاضل څخه عبارت دی، یعنې:

$$W_{total} = \Delta k = \frac{1}{2} m V_2^2 - \frac{1}{2} m V_1^2$$

نوټ: حرکي انرژي تل یا مثبت وي او یا صفر.

- د انرژۍ د تحفظ قانون بیانوي چې: انرژي کولای شي، له یوه حالت څخه بل حالت ته واوړي (بدله شي)، خو مجموعي انرژي تل ثابته پاتې کېږي. $K + U = \cos\tan t = E$

- هغه کار چې دګاز پرمټ پر پستون ترسره کېږي عبارت دی له: $W = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$

- طاقت عبارت دی له ترسره شوي کار څخه، د هغه کار د ترسره کولو لپاره د مصرف شوي زمان په کچې باندې او یا په بل عبارت، د وخت په یوه واحد کې تر سره شوی کار د طاقت څخه عبارت دی. یعنې:

$$p = \frac{w}{t}$$

او همدارنګه کولای شو طاقت داسې ولیکو: $P = \frac{F \cdot d}{t} = F \cdot V$

- په SI سیستم کې د طاقت د اندازه کولو واحد له واټ (W) څخه عبارت دی.

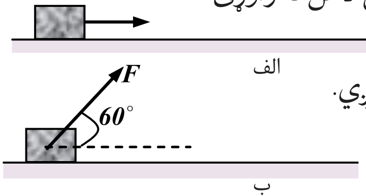
$$1\,W = 1\, J/s$$

$$736\,W = 1\,hp$$

د پنځم څپرکي پوښتني

1) کار تعریف کړئ، د اندازه کولو واحد یې د SI په سیستم کې ووایئ او ددې کمیت (وکتوري یا سکالري) ډول مشخص کړئ.

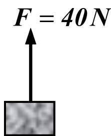
2) پر یوه جسم د $F = 100\ N$ قوه واردېږي او هغې ته په افقي لوري د 20m په اندازه د مکان بدلون ورکوي. ددې قوو په مرسته ترسره شوی کار په لاندې حالتونو کې لاس ته راوړئ.



a. قوه په افقي توګه پر جسم واردېږي.

b. قوه د افق په نسبت تر $\theta = 60°$ زاویې لاندې پر جسم واردېږي.

3) پر یوه جسم له $m = 3kg$ کتلې سره، د F قوه د لاندې شکل په څېر واردېږي او هغه په قایم (عمودي) لوري پورته وړي، د هوا له مقاومت څخه په صرف نظر کولو:



a. د جسم د حرکت تعجیل لاس ته راوړئ.

b. د F قوې کار د جسم په 10m اوچتولو په صورت کې حساب کړئ.

c. د w وزن د قوې کار د جسم په پورته کولو کې وټاکئ.

d. د محصله قوې کار مشخص کړئ.

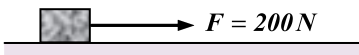
4) یو جسم د m له کتلې سره د ځمکې له سطحې څخه مخ پورته په قایمه توګه غورځول کېږي او د h تر ارتفاع پورې پورته ځي. د وزن د قوې کار په دې ارتفاع (عمودي واټن) کې پیداکړئ.

5) بیان کړئ چې لاندې دوو حالتونو څخه په کوم یو حالت کې کار له صفر سره مساوي دی؟ ولې؟

a. که چېرې یو تن یو جسم په لاس کې ونیسي (په داسې حال کې چې شخص ستومانه کېږي).

b. که چیرې یو تن یو جسم په لاس کې وساتي او هغه ته په ثابت سرعت په افقي استقامت کې د موقعیت بدلون ورکړي.

6) له شکل سره سم پر یوه جسم له $m = 10kg$ کتلې سره د $F = 200\ N$ افقي قوه واردېږي او جسم ته د 20m په اندازه په افقي لوري د موقعیت بدلون ورکوي. (د حرکي اصطکاک قوه 20N ده):



a. په یوه رسم کې پر جسم باندې ټولې وارده قوې وښیئ.

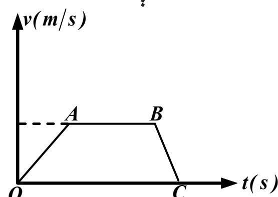
b. د هرې قوې کار په جلا ډول حساب کړئ.

c. د ټولو کارونو الجبري جمع لاس ته راوړئ.

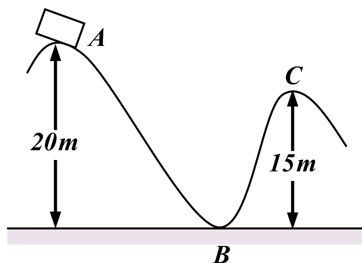
7) د یوې قوې پرمټ د ترسره شوي کار نښه (علامه) په بېلابېلو زاویو کې وڅېړئ.

8) حرکي انرژي تعریف او رابطه یې ثبوت کړئ.

9) د کار او انرژي قضيه بيان او رابطه يې وليکئ.
10) د کار او انرژي قضيې ته په پاملرنې بيان کړئ.
a. کله د جسم حرکي انرژي زياتېږي؟
b. کله د جسم حرکي انرژي کمېږي؟
c. کله د جسم حرکي انرژي بدلون نه کوي؟
11) يو جسم له 20Kg کتلې سره د ځمکې له سطحې څخه له 45m لوړوالي خوشې کوو، د هوا له مقاومت څخه په صرف نظر کولو او د کار او انرژي له قضيې څخه په ګټې اخېستلو، د جسم حرکي انرژي او سرعت يې ځمکې ته د رسيدو په لحظه کې حساب کړئ.
12) په مخامخ شکل کې پر جسم د واردو شوو قوو د محصلې د کار نښه د حرکت په هره مرحله کې د دليل له ذکر کولو سره مشخصه کړئ.



13) د پوتنشيل انرژي تعريف او د درې ډولو نومونه يې واخلئ.
14) د پوتنشيل جاذبوي انرژي تعريف او رابطه يې وليکئ.
15) د فنر د پوتنشيل انرژي له کومې لارې رامنځ ته شوې او پکې ذخيره شوې ده؟
16) د ميخانيکي انرژۍ د تحفظ قانون بيان کړئ.
17) يو جسم د (A) له نقطې څخه له لومړني سرعت پرته د يوې سطحې پرمخ چې اصطکاک نلري خوشې کېږي، د ميخانيکي انرژۍ د تحفظ له قانون څخه په ګټې اخېستلو سره د B او C په نقطو کې دجسم سرعت پيداکړئ.



18) يو جسم له 2Kg کتلې او ثابت سرعت سره د 1m په واټن د 0.2 ثانيې په موده کې پورته وړو، دا کار په څومره طاقت ترسره کېږي؟
19) ورودي يا مصرفي انرژي څه شی دی؟ بيان يې کړئ.
20) اغېزمنتيا (مؤثريت) تعريف او رابطه يې وليکئ.

خطي مومنتم او امپولس



په دې څپرکي کې د میخانیک علم د لاپراختیا لپاره، د ضربې (Impulse) او مومنتم (Momentum) په نومونو د دوو نوو کمیتونو په پېژندلو سره به خپل بحث ته دوام ورکړو.

کله چې یوه قوه پر یوه جسم په یوه ټاکلي وخت کې عمل کوي، نوموړې قوه په جسم کې د سرعت یو بدلون رامنځ ته کوي. د دې قوې امپولس (د ثابتې قوې لپاره) د قوې او هغه زمان چې قوه په کې عمل کوي د ضرب حاصل څخه عبارت دی او یا په بل عبارت کولای شو ووایو چې د (قوې − زمان)، (د هغه زمان لپاره چې قوه د بدلون په درشل کې ده) د منحني لاندې مساحت له امپولس څخه دی. همدا ډول د جسم په سرعت کې بدلون هم د هغه قوې د امپولس په توګه تعریف شوی دی چې پر جسم عمل کوي. او همدارنګه د جسم د کتلې او سرعت حاصل ضرب یې د مومنتم په نامه چې یو مهم فزیکي کمیت دی او د M په توري ښودل کېږي، یادېږي.

امپولس او مومنتم دواړه فزیکي وکتوري کیمتونه دي، په دې څپرکي کې به موږ دوه مهم اصلونه مطالعه کړو. یو د امپولس − مومنتم اصل او دویم د خطي مومنتم د تحفظ اصل. ددې څپرکي د محتویاتو په ارایه کولو کې اړینه ده پوه شو چې دواړه ذکر شوي اصلونه (چې کله ناکله د قوانینو او یا بنسټېزو قواعدو په نامه یاد شوي)، په حقیقت کې د نیوټن د قوانینو د بحث دوام دی چې په تېر څپرکي کې مو مطالعه کړل. په دې معنا چې دا دوه اساسي قاعدې د نیوټن د قوانینو پراختیا ده چې په واقعیت کې د امپولس او مومنتم فزیکي مقدارونو په پېژندلو سره بشپړې شوې دي.

په دې څپرکي کې به لاندې مطلبونه ددې مبحث په باب مطالعه کړو:

- د یوه جسم موقعیت او سرعت کیدای شي د یوې قوې په تطبیق بدلون ومومي.
- د هغې قوې چې د جسم پر ټاکلې کتلې عمل کوي او د نوموړي جسم د سرعت د درجې د بدلون ترمنځ د رابطې بیانول (د نیوټن دویم قانون).
- د یوې قوې د امپولس او مومنتم تعریفول.
- د مومنتم د تحفظ شرحه د دوو جسمو په تصادم کې چې د یوه مستقیم خط پرمخ حرکت کوي.
- د خطي مومنتم د تحفظ طبیعت د مثالونو بیانول.
- د ارتجاعي او غیرارتجاعي ټکرونو (تصادمونو) د مفاهیمو تعریف او توضیح کول.

مستقیم الخط حرکت او امپولس (ضربه)

(6-1) امپولس (ضربه)

آیا تر اوسه مو له ځان څخه پوښتنه کړې ده چې ضربه څه شی دی؟ کله چې پر یوه جسم ضربه ورکوئ، څه پیښیږي؟ د تعریف له مخې ضربه یا امپولس د F قوې او t زمان د ضرب له حاصل څخه عبارت ده، یعنې: $I = F \cdot t$

لکه څنگه چې له پورتنۍ رابطې څخه لیدل کیږي. امپولس د I په توري ښیي چې له قوې او زمان سره مستقیمې اړیکې لري. امپولس او مومنتم د اندازه کولو د یو ډول واحد لرونکي دي. ولې؟

په ډیرو حالتونو کې په یو نقطه یي جسم د قوې د اغیز زمان هومره لنډ وي چې موږ اړ کیږو، د مشتق او انتیگرال له مفاهیمو څخه گټه پورته کړو چې تاسو به یې د دولسم ټولگي په ریاضي کې زده کړئ. اوس فرضوو چې د F قوه د Δt په زمانه کې پر یوه جسم عمل کوي. په دې صورت کې د F قوې ضربه د ΔI په زمان کې په Δt داسې ښیو: $\Delta I = F \cdot \Delta t$

په ورځني ژوندانه کې گورو چې موږ د یوه جسم د موقعیت او یا سرعت د بدلولو لپاره باید پر نوموړي جسم قوه وارده کړو. په پخوانیو بحثونو کې د نیوټن د حرکت د قوانینو په پیل کې د قوې او د هغې د اغیزو او همدارنگه د قوې د واحدونو (داین او نیوټن) د تعریف په هکله مو معلومات ترلاسه کړل.
په (6-1) شکل کې جسم د m له کتلې سره د x_1 په موقعیت او v_1 په سرعت په t_1 زمانه کې د x محور پرمخ د F ثابتې قوې پرمټ په حرکت کې دي. موږ دا ډول حرکت پخوا لوستی و، خو د پخوانیو معلوماتو د تکرار او پراختیا لپاره بیاله هغې څخه یادونه کوو. د کار د آسانتیا لپاره خپل مطالعات د x پر محور په حرکت او یا له هغه سره موازي محدود ساتو. د t_2 په زمان کې جسم د x_2 په موقعیت کې د v_2 سرعت لرونکی دی، نو کولای شو ولیکو:

$$\Delta x = (x_2 - x_1)\ \text{m} = \text{په موقعیت کې بدلون}$$

$$\Delta v = (V_2 - V_1)\, m/s = \text{په سرعت کې بدلون}$$

$$\Delta t = (t_2 - t_1)s = \text{زماني واټن}$$

د حرکت تعجیل د Δt په زماني واټن کې د a له ثابت تعجیل سره په دې ډول افاده کیږي.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} m/s^2$$

د نیوټن په دویم قانون کې تعجیل همغه د قوې او کتلې نسبت تعریف شوی دی چې عبارت دی له: $a = \frac{F}{m}$ په پورتنۍ رابطه کې د د تعجیل له قیمتونو څخه کولای شو لاندې تناسب ولیکو:

$$\frac{F}{m} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

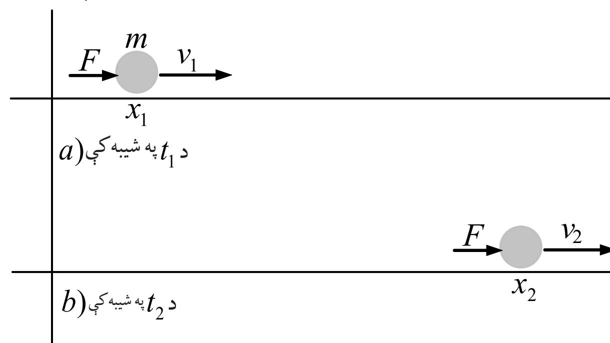
او یا

$$F\Delta t = m\Delta v$$

وروستي افاده په دې څپرکي کې زموږ د بحث کُلي بنسټ جوړوي او لکه څنګه چې د دې څپرکي په مقدمه کې ذکر شول، اوس کولای شو، امپولس په لاندې ډول تعریف کړو:

د یوې ثابتې قوې امپولس د نوموړې قوې او زماني واټن له حاصل ضرب څخه عبارت دی چې قوه په کې عمل کوي.

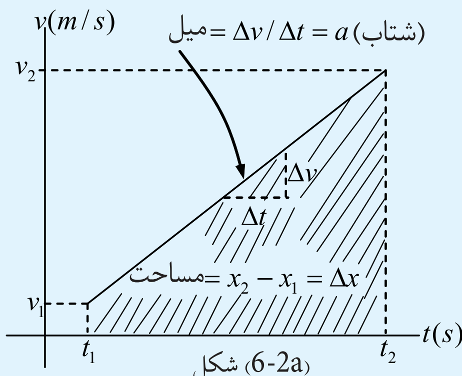
$$\Delta t = t_2 - t_1$$
$$\Delta v = v_2 - v_1$$
$$\Delta x = x_2 - x_1$$



(6-1) شکل، د یوې قوې د تطبیق په پایله کې د یوه جسم د سرعت او موقعیت بدلون

فعالیت:

د (سرعت- زمان) ګراف د (6-1) شکل د جسم لپاره په (6-2a) شکل کې ښودل شوی دی. باید پام وکړو چې د (سرعت – زمان) منحني میل عبارت له ثابت تعجیل او ددې منحني او د زمان محور ترمنځ مساحت د Δx له بدلون مکان څخه عبارت دی. په دې فعالیت کې زده کوونکي په خپلو ارزندو ډلو کې د ښوونکي په مرسته د (6-2a) شکل په تفصیلاتو او خصوصیاتو بحث وکړئ او پایلې یې خپلو ټولګیوالو ته واوروئ.

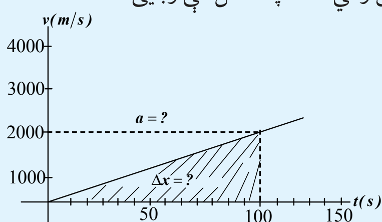


(6-2a) شکل

فعالیت:

زده کوونکي دې په بېلابېلو ډلو کې د (سرعت – زمان) د ګراف په مرسته چې د یوې فضایي بېړۍ (سفینې) د حرکت لپاره په (6-2b) شکل کې ښودل شوي ده. لاندې پوښتنو ته دې ځواب برابر کړي او د ټولګي په وړاندې دې بیان کړي:

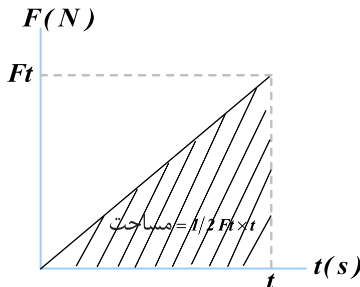
1. بېړۍ په لومړیو 100 ثانیو تعجیلي حرکت کې څومره واټن وهي؟ هغه په شکل کې وښیئ.
2. د بېړۍ سرعت د $t = 150s$ په زمان کې څومره دی؟
3. د بېړۍ تعجیل حساب کړئ.



(6-2b) شکل،
د فضایي بېړۍ د (سرعت – زمان) ګراف

تمرینونه:

لاندې پوښتنو ته ځوابونه ووایئ.



1. د $3,7N$ یوه ثابته قوه په $100s$ زماني واټن کې عمل کوي. ددې قوې امپولس حساب کړئ.

2. په مخامخ شکل کې د $F_t = 2,2N$ قوه ورکړل شوې ده، ددې قوې امپولس له $t = 0$ څخه تر $t = 30s$ زماني انټروال کې پیداکړئ.

3. په ورکړل شوي پورته شکل کې $F_0 = 55dyne$ ، $t_1 = 10s$ او $t_2 = 18s$ دي، ددې قوې امپولس وټاکئ.

4. د $F_1 = 5N$ ثابته قوه د ($t = 1s$ څخه تر $t = 3s$) زماني انټروال کې او د $F_2 = 2N$ دویمه ثابته قوه د ($t = 5s$ څخه تر $t = 10s$) زماني انټروال کې عمل کوي. ددې دوو قوو امپولسونه حساب او سره پرتله کړئ.

6-2: مومنتم

مومنتم څه شی دی؟ د یوې لارۍ موټر او یو ګړندي ورکوټې موټر ترمنځ د حرکت په حال کې د مومنتم له نظره څه توپیر شتون لري؟

د نیوټن د حرکت دویم قانون د مومنتم له نقطې نظره څنګه کولای شو تعریف کړو؟ او یا په ساده توګه، د مومنتم او د نیوټن د حرکت د دویم قانون ترمنځ کومې اړیکې شته؟



بحث وکړئ:

دوو ټولګیو ته چې دواړه یو شان کتلې لري، یو له بل سره تصادم ورکړئ، څه به پیښ شي. په غور سره ددې مسئلې په هکله د ټولګي په بېلابېلو ډلو کې بحث وکړئ او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

په پخواني بحث کې مو د نیوټن د قانون په مرسته پیداکړل چې: $F\Delta t = m\Delta v$ او د معادلې د کیڼ اړخ مقدار مو د امپولس په نامه یاد کړ. اوس خپل پام د معادلې ښي اړخ ته راګرځوو. پوهېږو چې $\Delta v = v_2 - v_1$ لکه څنګه چې v_1 د جسم لومړنۍ سرعت د t_1 په زمانه او v_2 دویم سرعت د t_2 په زمان کې دي، نو کولای شو ولیکو: $m\Delta v = mv_2 - mv_1$

د معادلې د ښي اړخ دواړه مقدارونه د جسم د کتلې او سرعت حاصل ضرب افاده کوي. دغه حاصل ضرب د فزیکي مهمو کمیتونو څخه دی چې د مومنتم په نامه یاد شوی دی.

د تعريف پربنسټ د m يوه کتله چې د v په سرعت په حرکت کې ده، د P مومنتم لرونکى دى چې د $\vec{P} = m\vec{V}$ له مخې افاده کېږي. د مومنتم واحدونه په SI او cgs سيستمونو کې عبارت دي له $Kg\,m/s$ او $gr\,cm/s$ او بعدي (ډايمنشن) معادله يې له $\left[\frac{M \cdot L}{T} = M \cdot L \cdot T^{-1}\right]$ څخه عبارت دى.

همدارنګه بايد ووايو چې د امپولس او مومنتم ابعاد او واحدونه دواړه يو ډول دي. د مومنتم مثالونه په (6-3) شکل کې ورکړل شوي دي. په دې شکل کې هر يو له مومنتمونو حساب شوي چې په ځرګنده توګه ليدل کېږي. ددې لپاره چې د مومنتم په مفهوم ښه پوه شئ، کوښښ وکړئ په ځير سره د شکل پر مهمو برخو له خپلو ټولګيوالو سره بحث وکړئ.

a) پروتون $P = 5.0 \times 10^{-22}\,kg\,\frac{m}{s}$ — $V = 3\times10^{5}\ m/s$، $m = 1{,}67\times10^{-27}\ kg$

b) مرمى $P = 1\,kg\,m/s$ — $V = 1\times10^{3}\ m/s$، $m = 1\times10^{-3}\ kg$

c) لارى $P = 2\times10^{5}\,kg\cdot\frac{m}{s}$ — $V = 20\ m/s$، $m = 1\times10^{4}\ kg$

d) بووينګ $P = 9\times10^{7}\,kg\,\frac{m}{s}$ — $V = 3\times10^{2}\ m/s$، $m = 3\times10^{5}\ kg$

e) فضايي بېړۍ (سفينه) اپولو $P = 5\times10^{7}\,kg\,m/s$ — $V = 1\times10^{4}\ m/s$، $m = 5\times10^{3}\ kg$

f) ځمکه $P = 18\times10^{28} = 1.8\times10^{29} = 2\times10^{29}\,kg\,\frac{m}{s}$ — $V = 3\times10^{4}\ m/s$، $m = 6\times10^{24}\ kg$

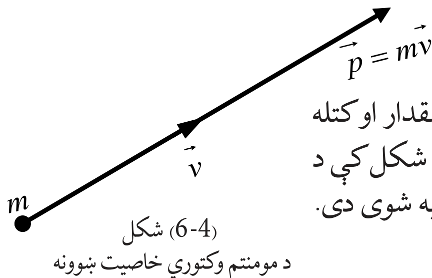
g) ستورى $P = 3\times10^{34}\,kg\,m/s$ — $V = 1\times10^{4}\ m/s$، $m = 3\times10^{30}\ kg$

(6-3) شکل
په مختلفو اجسامو کې د مومنتم مطالعه

مثالونه

1 - د یوه اوښ کتله د هغه له بار سره $500Kg$ ده او په $2m/s$ حرکت کوي، مومنتم يې حساب کړئ.

حل: $P = mV = 5\times10^2 kg \times 2m/s = 10^3 kg\, m/s$



(6-4) شکل
د مومنتم وکتوري خاصیت ښوونه

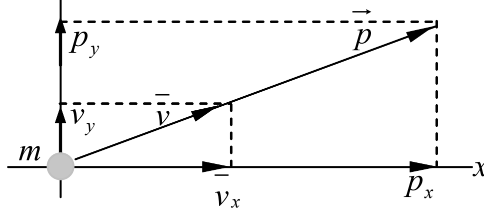
له (6-4) شکل سره سم څرنګه چې سرعت یو وکتوري مقدار او کتله یو سکالر دی، نو له دې امله مومنتم وکتوري مقدار دی. په شکل کې د m کتله د v سرعت لرونکې ده او مومنتم په $P = mv$ ارایه شوی دی.

لکه څنګه چې د وضعیه کمیتونو په هر سیستم کې ورکړ شوي دي، یو وکتور د وضعیه کمیتونو د محورونو پرمخ د هغه په اجزاوو تجزیه کېدای شي، ددې له مخې د P مومنتم وکتور هم د محورونو پرمخ تجزیه کیدای شي چې په (6-5) شکل کې ښودل شوی دی. باید په یاد ولرو که چېرې مومنتم د x محور د مثبت لورې په نسبت د θ زاویه جوړه کړي، په هغه صورت کې:

د P د مومنتم د x مرکبه $= P_x = P\cos\hat{\theta}$

د P د مومنتم د y مرکبه $= P_y = P\sin\hat{\theta}$

او د فیثاغورث له قضیې څخه: $P^2 = {P_x}^2 + {P_y}^2$



(6-5) شکل،
په اجزاوو د مومنتم د وکتور تجزیه

په خپلو منځونو کې بحث وکړئ او د تمرین په حلولو پیل وکړئ

a. یوه لارۍ له $3000Kg$ کتلې سره په 30° زاویه د شمال ختیځ په لور په $72\,Km/h$ سرعت په حرکت کې ده، یو واګون چې د $1000Kg$ کتلې لرونکی دی، له ځانه سره راکاږي د x محور د ختیځ په لور او د y محور د شمال په لور په نظر کې ونیسئ. د لارۍ مومنت د x او y مرکبې پیداکړئ.

b. د آریانا مسافر وړونکې یوه الوتکه په ټولیزه توګه د $50000Kg$ کتلې لرونکې ده او په $900Km/h$ سرعت الوتنه کوي. که چېرې د الوتلو مسیر یې 135° د شمال لوېدیځ په لور وي، د مومنتم د (x او y) مرکبې یې وټاکئ.

حل a: لرو چې: $\hat{\theta} = 30^\circ$

$$P = m \times V = (3000 + 1000)kg \times 72\,km/h$$

او

$$= 4000kg \times \frac{72000m}{3600s} = 4000kg \times 20\frac{m}{s}$$

$$P = 80000kg\,m/s = 8 \times 10^4\,kg \cdot m/s$$

پس

$$P_x = P\cos\hat{\theta} = 8 \times 10^4\,kg\,m/s \times \cos 30^\circ$$

$$= 8 \times 10^4 \times 0.866kg\,m/s$$

$$P_x = 6.928 \times 10^4\,kg\,m/s$$

او

$$Py = P\sin\hat{\theta} = 8 \times 10^4 \times 0.5kg\,m/s$$

$$Py = 4 \times 10^4\,kg\,m/s$$

حل b: لرو چې: -45° = (د جنوب شرق په لوري) $\hat{\theta} = 135^\circ$

او

$$P = 50000kg \times 900\,km/h$$

$$= 5 \times 10^4\,kg \times \frac{900 \times 10^3 m}{3600s}$$

$$= 5 \times 10^4 \times 2.5 \times 10^2\,kg\,m/s = 1.2 \times 10^5 \times 10^2\,kg\,m/s$$

$$P = 1.25 \times 10^7\,kg\,m/s$$

پس

$$Px = P\cos\hat{\theta} = -1.25 \times 10^7 \cos 45^\circ\,kg\,m/s$$

$$= -1.25 \times 10^7 \times 0.707kg\,m/s$$

$$Px = -8.84 \times 10^6\,kg\,m/s$$

او

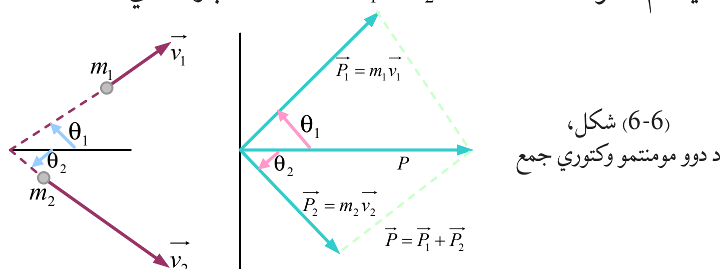
$$Py = P\sin\hat{\theta} = -1.25 \times 10^7 \sin 45^\circ\,kg\,m/s$$

$$= 1.25 \times 10^7 \times 0.707kg\,m/s$$

$$Py = 8.84 \times 10^6\,kg\,m/s$$

د پوښتنې له حل څخه پایله ترلاسه کېږي چې مومنت په دقیقه توګه یو وکتوري کمیت دی. ددې لپاره چې د یوه جسم مومنتم په بشپړه توګه مشخص کړو، موږ باید د کتلې او سرعت حاصل ضرب او همدا راز د هغې د حرکت لوري و پېژنو. په تېرو څپرکوکې مو د مکان د بدلون وکتورونه، د سرعت وکتورونه د تعجیل او قوې وکتورونه وپېژندل او پوه شو چې څنګه کولای شو، دوه یا څو یو ډول وکتورونه سره جمع کړو او د محصلې د وکتور په توګه یې وښیو؟

په همدې توګه موږ کولای شو د مومنټم دوه یا څو وکتورونه د ساده محصلې د یو وکتور لاسته راوړلو لپاره سره جمع کړو، د (6-6) شکل ته پام وکړئ، په شکل کې د m_1 کتله د v_1 سرعت لرونکې ده او ددې له مخې د $P_1 = m_1V_1$ مومنټ لرونکې او همدارنګه د m_2 کتلې مومنټم $P_2 = m_2V_2$ او د دواړو کتلو د سیستم د مومنټ محصله له $P = P_1 + P_2$ څخه عبارت دي.



(6-6) شکل،
د دوو مومنتمو وکتوري جمع

د محصلې مومنټ د پیداکولو لپاره کولای شو د متوازي الاضلاع او یا د مرکبو د جمع کولو په دوو طریقو له یوې څخه ګټه واخلو. په یاد ولرئ چې:

$$P_1 \text{ د x مرکبه مومنټم د} = m_1V_1\cos\hat{\theta}_1$$

$$P_1 \text{ د y مرکبه مومنټم د} = m_1V_1\sin\hat{\theta}_1$$

$$P_2 \text{ د x مرکبه مومنټم د} = m_2V_2\cos\hat{\theta}_2$$

$$P_2 \text{ د y مرکبه مومنټم د} = m_2V_2\sin\hat{\theta}_2$$

څرنګه چې د محصلې وکتور د x او y مرکبې په ترتیب سره د جمع شوو وکتورونو د x او y مرکبو له مجموعې سره مساوي دي ، نو ددې له مخې:

$$\text{P د x مرکبه مومنټ د} = P_x = m_1V_1\cos\hat{\theta}_1 + m_2V_2\cos\hat{\theta}_2$$

او:

$$\text{P د y مرکبه مومنټ د} = P_y = m_1V_1\sin\hat{\theta}_1 + m_2V_2\sin\hat{\theta}_2$$

اوس له هغو معلوماتو سره چې ترلاسه کړي مو دي، کولای شو په لاندې درې ګونو ادعاګانو باور ولرو:

1. د یوه جسم مومنټم د هغه د کتلې او سرعت له حاصل ضرب څخه عبارت دی.

2. مومنټم یو وکتوري مقدار دی.

3. د جسمونو د یوه سیستم د مومنټم مجموعه د هر مومنټ له وکتوري جمعې څخه عبارت ده.

بحث وکړئ:

د ټولګي په بېلابېلو ډلوکې په دې هکله چې ولې کله چې يوه لارۍ او يو ګړندی موټر په يو ډول سـرعت حرکت وکړي، په دې حالت کې د لارۍ موټر چې کتله يې ډېره ده، د زيات مومنتم لرونکې وي؟ پايله يې ټولګي ته واوروئ.

توضيح کړئ: د A او B دوه جسمونه په نظر کې ونيسئ. که چيرې ($m_A = 3m_B$) وي، په دې حالت کې د A او B دوه جسمونه کولای شي، د يو ډول مومنتم لرونکي وي. يعنې: $P_A = P_B$ ولې؟

اوس د مومنتم د مفهوم په پوهيدو سره ددې پوښتنې په څېړلو پيل کوو چې د (F) د قوې او (P) مومنتم ترمنځ کوم ډول اړيکه شته؟ آيا قوه کولای شي د يوه جسم مومنتم ته بدلون ورکړي؟

ددې موضوع د پوهېدو لپاره لاندې فعاليت ترسره کړئ.

فعاليت:

هغه څه ته په پاملرنې چې په مخکينې فعاليت کې مو ترسره کړل. کوښښ وکړئ چې همغه دوو توپونوته له ډېرې قوې سره يو له بله تصادم ورکړئ. څه به پيښ شـي؟ توضيح يې کړئ. د پورتني فعاليت په ترسـره کولو به دې پايلې ته ورسېږئ چې قوه کولای شي چې د يوه جسم مومنتم کم او يا زيات کړي او يا د مومنتم په لوري کې بدلون منځ ته راوړي.

6-3: قوه او مومنتم

ددې څېرکي په پيل کې مو د نيوټن قانون د $F\Delta t = m\Delta V$ په بڼه افاده کړ چې په بنسټيز ډول د نيوټن د دويم قانون ($F = ma$) څخه استخراج شوی و. نيوټن د حرکت په باب د خپلو دريو ګونو قوانينو په بنسټيزه ويناکې، قوه د کتلې او تعجيل له جنسه نه، بلکې د مومنتم د زماني بدلونونو د درجې له جنسه افاده کړې ده. په ياد ولرئ چې: $m\Delta V = mV_2 - mV_1 = \Delta P$ دا رابطه ښيي چې د ثابتې کتلې لپاره، د کتلې او د هغې د سرعت د بدلونونو حاصل ضرب مساوي دی د جسم په مومنتم کې له بدلونونو سره د $m\Delta v$ د قيمت په تعويضولو سره په لومړۍ رابطه کې پايله ترلاسه کېږي چې $F\Delta t = \Delta P$ په Δt باندې د معادلې د دواړو خواوو له تقسيمولو څخه $F = \dfrac{\Delta P}{\Delta t}$ لاس ته راځي. په ياد ولرئ چې ΔP په مومنتم کې بدلون له $Kg\, m/s$ واحد سره او Δt د زمان انټروال دی. کله چې د F قوه عمل کوي او د ΔP د توليد سبب ګرځي. نو د مومنتم بدلون او د زمان انټروال نسبت د مومنتم بدلونونو د زماني منځنۍ درجې څخه عبارت دی ور څخه پايله تر لاسه کوو چې هغه قوه چې پر جسم عمل کوي، له نظري پلوه د يوه جسم د مومنتم د بدلونونو له زماني درجې سره مساوي ده.

وروستنۍ ادعا تقریباً همغه د نیوټن د دویم قانون اصلي بیان دی چې په خپله د هغه لخوا ارایه شوی دی. (د نیوټن د حرکت د قوانینو اصلي بیان په لاتیني ژبه کې ارایه شوی دی). همدارنګه په اسانۍ سره کولای شو، د نیوټن دویم قانون ($\sum \vec{F} = m\vec{a}$) له وروستۍ رابطې څخه په ګټې اخیستلو هم د ثابتې کتلې ($m = Cons\tan t$) په نظر کې نیولو سره په دې توګه لاس ته راوړو.

فرض کړئ چې $\vec{V_1}$ د جسم لومړنۍ سرعت $\vec{V_2}$ د جسم نهایي سرعت د Δt په زماني انټروال کې وي، نو:

$$\sum \vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{m\vec{V_2} - m\vec{V_1}}{\Delta t} = \frac{m(\vec{V_2} - \vec{V_1})}{\Delta t}$$

$$= m\frac{\overrightarrow{\Delta V}}{\Delta t} = m \cdot a ....(3)$$

له هغه ځایه چې $\frac{\overrightarrow{\Delta V}}{\Delta t}$ عبارت دي د جسم له تعجیل ($\vec{a}$) څخه نو په (3) رابطه کې د قیمت په وضع کولو سره کولای شو ولیکو: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ ....$(m = Cons\tan t)$

وروستۍ لاس ته راغلې رابطه، د نیوټن له دویم قانون څخه عبارت ده.

د امپولس - مومنتم قانون

موږ په پخوانیو بحثونو کې امپولس او مومنتم تعریف کړل. اوس ښیو چې هغوی څه ډول په آسانۍ د نیوټن له دویم قانون سره تړلي دي. موږ پورته وښو ده چې قوه د مومنتم د بدلونونو له زماني درجې سره مساوي ده، یعنې: $F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$ او یا کولای شو داسې ولیکو: $F\Delta t = \Delta P$

$= I = F\Delta t$ امپولس F د Δt په زماني انټروال کې قوه د او $= \Delta P$ د F قوې پرمټ د تولید شوي مومنتم بدلون، نو کولای شو چې ولیکو: $I = \Delta P$

وروستۍ رابطه بیانوي چې: د یوې قوې امپولس چې پر یوه جسم عمل کوي برابره ده، د نوموړي جسم په مومنتم کې له منتجه بدلونونو څخه چې بیان شوې جمله د (امپولس – مومنتم) د قانون په نامه یادېږي. د (7-6) شکل دا قانون د لومړني صفر مومنتم لپاره ښیي.

$V = 0$

a) m

b) $\xrightarrow{I}$ m

$P = m\vec{V} = I$

c) m $\xrightarrow{\vec{V}}$

(7-6) شکل،

د لومړني صفر مومنتم لپاره د (امپولس – مومنتم) د قانون ښوونه

د M کتله په پیل کې د سکون په حالت کې وه او د I امپولس د MV په وروستني مومنتم کې چې په عددي ډول مساوي له I سره دي، په کې اعمالېږي. د (6-8) په شکل کې د M یوه کتله د $P_1 = mV_1$ لومړنی مومنتم لرونکې ده.په همدې ډول د I یو امپولس د $P_2 = mV_2$ وروستني مومنتم په پایله کې پر کتلې اعمالېږي، نو ددې له مخې کولای شو ولیکو: $I = P_2 - P_1 = mV_2 - mV_1$

د امپولس – مومنتم قانون د نیوټن د دویم قانون ښه تفصیل او توسعه ده، لاندې شکل لومړنی د خوښي مومنتم د (امپولس – مومنتم) د قانون پرنسپ ښیي.

$a)$ $\vec{P_1} = m_1\vec{V_1}$

$b)$ $\vec{S}$, $\vec{V_1}$

$c)$ $I = mV_2 - mV_1$, $I = \Delta P$, $\vec{P_2} = m_2V_2$, $\vec{V_2}$

(6-8) شکل

مثال:

د یوې فضایي بېړۍ (سفینې) کنټرولونکي انجنونه چې 15000Kg کتله لري، د مخې په لور د خپلې بدنې د غورځولو لپاره $3\times10^5\,N$ قوه تولید وي. د سفینې د مومنتم بدلونونه په هغه حالت کې چې انجنونه یې د $10s$ لپاره اور واخلي حساب کړئ. په سرعت کې به منتجه بدلونونه څومره وي؟ او د څومره مودې لپاره باید ماشینونه فعالیت وکړي، ترڅو په سفینه کې $4\times10^4\,m/s$ د سرعت بدلون رامنځ ته شي.

حل:

$$\Delta P = I = F\Delta t = 3\times10^5\,N\times10s$$

$$= 3\times10^6\,Kg\,m/s$$

$$\Delta V = \frac{\Delta P}{m} = \frac{3\times10^6\,Kg\,m/s}{1{,}5\times10^4\,Kg} = 200\,m/s$$

$$\Delta t = \frac{\Delta P}{F} = \frac{m\Delta V}{F} = \frac{1{,}5\times10^4\times4\times10^4}{3\times10^5} = 2\times10^3\,s$$

$$= 2000s$$

نو په دې مثال کې کله چې انجن د 10 ثانیو لپاره اور واخلي (فعال شي) په مومنتم کې منتجه بدلونونه $3\times10^6\,Kg$ او په سرعت کې منتجه بدلونونه $200m/s$ دي. انجنونه باید د $2000s$ لپاره (تقریباً 33 دقیقې) فعالیت وکړي، ترڅو $40{,}000m/s$ د سرعت بدلون تولید کړي. په یاد ولرئ چې پورتنی سرعت

$$(4\times10^4\,m/s = \frac{4\times10^4\times10^{-3}\,km}{\frac{1}{3600}h} = 40\times\frac{3600}{1}\frac{km}{h} = 144\times10^3\,\frac{km}{h} = 144.000\,Km/hr)$$

یو خورا ډېر لوړ سرعت دی. پورتنی مثال موږ ته د امپولس – مومنتم د قانون د ګټې اخېستنې یو مورد را په ګوته کړ.

6-4: ضربه او د خطي مومنتم ساتل (تحفظ)

په پخواني څپرکي کې مو د نیوټن د دریم قانون په اړه چې د هر عمل لپاره هغه ته یو مساوي عکس العمل شتون لري، په تفصیل سره مطالعه کړ. د نیوټن دریم قانون په حقیقت کې په طبیعت کې د قوو د بنسټیزې ځانګړتیا پایله ده چې تل یې په خپلو کې په جوړه یې ډول (عمل او عکس العمل) واقع کېږي.
کله چې یو جسم پر بل جسم قوه وارده کړي، دویم جسم یوه مساوي او مخالف الجهته قوه پر لومړي جسم واردوي. اوس ددې حقیقت یو ځای کول د نیوټن له دویم قانون سره د مومنتم پر بنسټ، موږ ته د مومنتم د تحفظ قانون لارښوونه کوي. که چېرې پر یوه سیستم هیڅ قوه وارده نشي، په دې حالت کې د یو سیستم مومنتم پرته له هر رنګه متقابلو اغېزو د هغه سیستم د اجزاو ترمنځ ثابت دی. پورتنۍ جمله د مومنتم د تحفظ قانون په بشپړه توګه بیانوي. له پورتني تعریف څخه د نیوټن دویم قانون دارنګه لیکو:

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} \quad \text{او یا} \quad \Delta P = F\Delta t$$

په وروستۍ رابطه کې F پر جسم (یا د اجسامو په سیستم) باندې عامله محصله قوه، Δt هغه زماني انټروال دی چې د F قوه په کې عمل کوي او ΔP د مومنتم منتجه بدلون دی. په څرګنده توګه که چېرې F صفر وي، یعنې که چېرې کومه منتجه قوه پر جسم (یا سیستم) عمل ونکړي، په هغه صورت کې ΔP هم صفر وي او دا معنا ورکوي چې مومنتم ثابت دی. که چیرې د یوه کمیت بدلون د Δt په زماني انټروال کې صفر وي، په دې صورت کې نوموړی کمیت د Δt په زمان کې ثابت وي.
د مومنتم د تحفظ قانون د اجسامو په تصادم کې ډېر مهم دی. فرض کوو دوه جسمونه سره تصادم کوي، راځئ چې په لنډ ډول د هغو تصادم بیان کړو.
کله چې دوه جسمونه د تصادم د پیل په لحظه کې په خپلو کې سره لګېږي، هر یو پربل باندې یوه قوه واردوي چې ددې قوو کچه سره مساوي او لوري یې مخالفې وي. لکه څنګه چې دغه ادعا د تصادم په کوچنۍ شېبه کې صحت لري، نو ددې له مخې د (قوې- زمان) منحني د هرې قوې لپاره په بشپړه توګه یو شان وي. له دې څخه دې پایلې ته رسېږو چې د هرې قوې امپولس د مقدار له اړخه یو له بله سره مساوي دي، نو د هر جسم د مومنتم بدلونونه مساوي او لوري یې مخالف دي. په داسې حال کې چې د دوو جسمونو په سیستم کې د مومنتم ټولیز بدلونونه د متقابلو اغېزو (د تصادم عمل) په پایله کې له صفر سره مساوي دي. په دې معنا چې د دوو جسمونو په مومنتم کې د بدلونو مجموعه له ټکر څخه تر مخه او له ټکر څخه وروسته په دقیقه توګه له صفر سره مساوي دي. دا بیان څرګندوي چې مومنتم د یوه تصادم په متقابلو اغېزو کې د دوو جسمونو ترمنځ ثابت وي او پرته له بدلون څخه پاتې کېږي.

ځانګړی حالت: په (6-9) شکل کې د دوو جسمونو ترمنځ د تصادم ځانګړی ډول ښودل شوی دی.

a- له تصادم څخه تر مخه

$\vec{P_0} = m\vec{V_0}$

m $\vec{V_0}$ M

b- له تصادم څخه وروسته

$V = \frac{m}{m+M}V_0$

m M $\vec{V}$

(6-9) شکل،
د مومنتم تحفظ د دوو کتلو
په خطي تصادم کې

لومړنی جسم د m په کتلې او v_0 سرعت له دویم جسم سره چې د M کتلې لرونکی دی ټکر کوي او په پایله کې دواړه کتلې یو له بله سره یو ځای کېږي او د v په سرعت خپل حرکت ته دوام ورکوي.

اوس له تعریف سره سم کولای شو ولیکو:

$$\text{له تصادم څخه ترمخه مومنتم} = P_0 = mV_0$$

$$\text{له تصادم څخه وروسته مومنتم} = P = (m+M)V$$

د مومنتم د تحفظ له قانون څخه $P_0 = P$

او یا: $mV_0 = (m+M)V$

ددې له مخې له تصادم څخه وروسته سرعت لپاره کولای شو ولیکو: $V = \frac{m}{m+M}V_0$

باید یادونه وکړو چې د m، M او v_0 د قیمتونو په لرلو سره له تصادم څخه وروسته د دواړو یو ځای شوو کتلو د V حاصل شوی سرعت محاسبه کړو.

د (6-10) شکل د m یوه کتله د v_0 له سرعت سره د M له دویمې ساکنې کتلې سره تصادم (ټکر) کړې او له تصادم څخه وروسته، m د v په سرعت او M د V په سرعت یو دبل په مخالف لوري کې په حرکت راځي. څرنګه چې په دې ټکر کې مومنتم محفوظ دی، نو له مخې یې:

$$mV_0 = MV + (-mv) = MV - mv$$

m $\vec{V_0}$ M

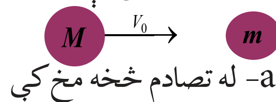
a- مخکې له ټکر څخه

v m M V

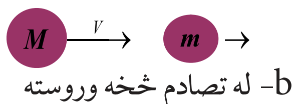
b- له ټکر څخه وروسته

(6-10) شکل،
په خطي ټکر کې د مومنتم تحفظ
(ټکر کوونکې کتله له ساکنې کتلې څخه کوچنۍ)

پورتنۍ رابطه په څرګند ډول بیانوي چې له تصادم څخه د مخه مومنتم مساوي دی له تصادم څخه وروسته مومنتم سره، که چیرې تصادم کوونکې کتله د مستقیم خط پرمخ په یو تصادم کې له ساکنې کتلې څخه لویه وي، په دې صورت کې دواړه کتلې له تصادم څخه وروسته یو له بله څخه لیرې کیږي او په همدې یوه لوري کې په حرکت راځي. په (6-11) شکل کې ښودل شوي دي.



a- له تصادم څخه مخ کې



b- له تصادم څخه وروسته

(6-11) شکل،
په خطي تصادم کې د مومنتم تحفظ
(ټکر کوونکې کتله له ساکنې کتلې څخه لویه)

ددې ځانګړي حالت لپاره د مومنتم د تحفظ قانون لاندې شکل اختیاروي:

$$MV_0 = MV + mv$$

په (6-12) شکل کې د مستقیم خط پرمخ د دوو کتلو تصادم د مستقیم خط پرمخ ښودل شوی دی.

په دې حالت کې:

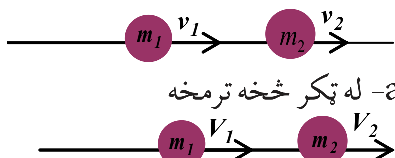
P_{befor} له تصادم څخه د مخه مومنتم $= P_b = m_1v_1 + m_2v_2$

P_{after} له تصادم څخه وروسته مومنتم $= P_a = m_1V_1 + m_2V_2$

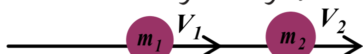
د مومنتم د تحفظ له قانون څخه: $P_b = P_a$

نو ددې له مخې: $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1V_1 + m_2V_2$

د m_1 او m_2 ورکړ شوو کتلو او v_1 او v_2 ټاکلو سرعتونو لپاره بیا هم وروستني سرعتونه به له تصادم څخه وروسته v_1 او v_2 وي. د لومړني قیمت د ورکړل شوو ټاکلو قیمتونو لپاره m_1، m_2، v_1 او v_2 د نهایي سرعت د بې شمېره ترکیبونو لپاره رامنځ ته کیدای شي، خو د کتلو او سرعتونو د ټولو اندازه شوو قیمتونو لپاره د پورتنۍ معادلې صحت او د مومنتم د تحفظ د قانون د صحت په پایله کې په هغو کې تحقق مومي.



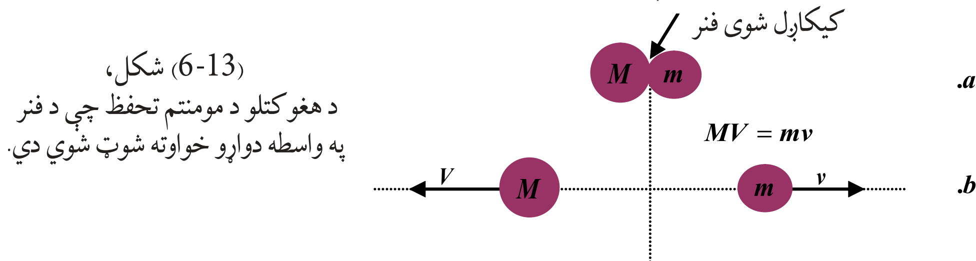
a- له ټکر څخه ترمخه



b- له ټکر څخه وروسته

(6-12) شکل،
د مستقیم خط پرمخ ټکر د مومنتم
د تحفظ عمومي حالت

د مومنتم د تحفظ یوبل په زړه پورې مثال په (6-13) شکل کې ښودل شوی دی. د M او m له کتلو سره دوه جسمونه د یوه فنر په دواړو خواوو کې تر فشار لاندې نیول شوي، یو له بل سره کلک نیول شوي دي. په هغه ګړۍ کې چې جسمونه خوشې شي، د فنر قوه یې په دوو اړخونو ضربه واردوي. په هر یو جسم باندې د واردې شوې قوې اندازه په هره شیبه کې چې قوه عمل کوي، په بشپړ ډول یو له بل سره مساوي او پرکتلو د وارد شوو قوو لوري یو د بل په خلاف دي. ددې له مخې د هغې قوې امپولس چې په M عمل کوي، په کچه کې مساوي، خو د هغه قوې له امپولس سره په مخالف لوري کې دي چې د m پرکتلې عمل کوي. هره کتله د شوټ کیدلو په پایله کې عین مقدار مومنتم لاس ته راوړي او ددې مومنتمونو لوري سره مخالف او مجموعه یې صفر ده. یعنې څرنګه چې مومنتم له خوشې کیدو ترمخه صفر وو، اوس هم مومنتم په هماغه ډول له خوشې کیدو وروسته صفر دی. له پورتنیو بحثونو څخه که چېرې د مومنتم سکالري اندازو ته پام وکړو، وبه مومو چې هغوی باید یو له بل سره مساوي وي. نو شکل ته په دویم ځلي پاملرنې سره کولای شو ولیکو: $mv = MV$



(6-13) شکل،
د هغو کتلو د مومنتم تحفظ چې د فنر
په واسطه دواړو خواوته شوټ شوي دي.

دا پایله همدا راز د مومنتم د تحفظ د قانون له مستقیم تطبیق (پرته له پورتنیو څرګندونو) څخه کیدای شي لاس ته راشي چې له مخې یې لومړنی مومنتم باید له نهایي مومنتم سره مساوي وي او په دې مثال کې د دواړو مومنتمونو برخې په بشپړه توګه صفر دي.

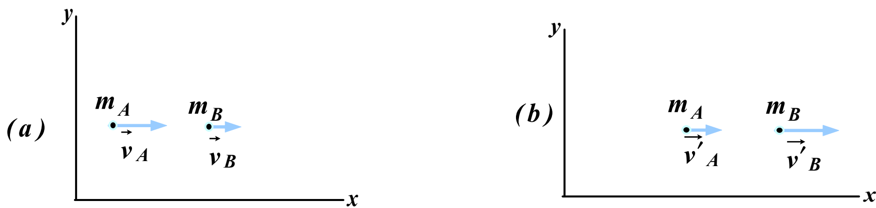
6-5: ارتجاعي ټکر (تصادم)

ارتجاعي تصادم څه شی دی؟ او د فزیک له اړخه څنګه څېړل کېږي؟

ارتجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم څخه دی چې په کې د مومنتم او میخانیکي انرژۍ د تحفظ قوانین دواړه صدق وکړي. ددې ډول ټکر د ښه درک لپاره د A او B دوه واړه جسمونه په نظر کې نیسو، داسې چې دواړه جسمونه د (X) محور په یوه مستقیم خط حرکت کوي.

اوس دا دواړه جسمونه له ټکر څخه ترمخه او له هغه څخه وروسته تر مطالعې لاندې نیسو:

فرض کوو چې له (6-14) شکل سره سم د A او B دوه جسمونه له ټکر څخه د مخه په ترتیب سره د v_A او v_B سرعتونه او له تصادم څخه وروسته د V'_A او V'_B سرعتونه لري.



(6-14) شکل

کله چې $V > o$ وي، جسم د X پر محور ښي لوري ته او کله چې $V < o$ وي، جسم د X پر محور کيڼ لوري ته حرکت کوي.

د مومنتم د تحفظ له قانون سره سم، په دې ډول ټکر کې د سيستم مجموعي مومنتم له ټکر څخه مخکې او وروسته ثابت پاتې کېږي، نو کولای شو وليکو چې:

$$m_A V_A + m_B V_B = m_A V'_A + m_B V'_B \quad ....(1)$$

په همدې ډول د ميخانيکي انرژي د تحفظ د قانون له مخې، د ټکر کوونکو جسمونو د حرکي انرژي مجموعه له ټکر څخه ترمخه او له ټکر څخه وروسته مساوي ده، يعنې:

$$\frac{1}{2}m_A V_A^2 + \frac{1}{2}m_B V_B^2 = \frac{1}{2}m_A V_A'^2 + \frac{1}{2}m_B V_B'^2 ....(2)$$

په هغه صورت کې د دواړو جسمونو کتله او سرعت له تصادم څخه د مخه معلوم دي، د (1) رابطې څخه په ګټې اخيستلو کولای شو، د A او B دواړو جسمونو کتله او سرعت له تصادم څخه وروسته داسې په لاس راوړو:

$$m_A(V_A - V'_A) = m_B(V'_B - V_B) ....(3)$$

په همدې ترتيب له (2) رابطې څخه په ګټې اخيستلو سره د حرکي انرژۍ لپاره ليکو چې:

$$m_A(V_A^2 - V_A'^2) = m_B(V_B'^2 - V_B^2) ....(4)$$

له الجبري $a^2 - b^2 = (a-b)(a+b)$ ، پورتنۍ رابطه په لاندې ډول ليکلای شو:

$$m_A(V_A - V'_A)(V_A + V'_A) = m_B(V'_B - V_B)(V'_B + V_B) ....(5)$$

اوس په (3) رابطې باندې د (5) رابطې په ويشلو او د $V'_A \neq V'_B$ او $V_B \neq V'_B$ په فرضولو سره لرو چې:

$$V_A + V'_A = V'_B + V_B$$

اويا

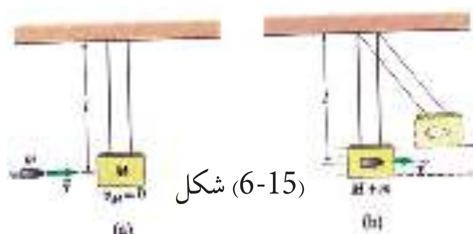
$$V_A - V_B = V'_B - V'_A$$

$$V_A - V_B = -(V'_A - V'_B) ....(6)$$

(6) وروستی رابطه یوه ډېره مهمه او په زړه پورې رابطه ده، د تصادم دا رابطه ددې بیانوونکې ده چې په یوه ارتجاعي تصادم کې د دوو ټکر کوونکو جسمونو د سرعتونو تفاضل له ټکر څخه د مخه او وروسته یو له بله سره برابر، خو یو له بل څخه په خلاف لوري دي.

6-6: غیر ارتجاعي ټکر

غیر ارتجاعي تصادم یا ټکر څه شی دی؟ د ارتجاعي او غیر ارتجاعي تصادم ترمنځ څه ډول توپیر شته؟
غیر ارتجاعي تصادم عبارت له هغه تصادم څخه دی چې په هغه کې د مومنتم د تحفظ قانون صدق وکړي. خو د میخانیکي انرژۍ د تحفظ قانون صدق ونه کړي. په دې ډول تصادم کې د میخانیکي انرژي د تحفظ د قانون صدق نه کول په دې دلیل دی چې د سیستم د حرکي او پوټانسیل انرژي مجموعه ثابته نه پاتې کېږي. یعنې په دې ډول تصادم کې شونې ده چې میخانیکي انرژي په حرارتي انرژي، صوتي انرژي او یا کار ته د شکل بدلون ورکړي.



(6-15) شکل

نو ددې له مخې د غیر ارتجاعي تصادمونو لپاره، یوازې کیدای شي د مومنتم د تحفظ قانون تر مطالعې لاندې ونیسو. په غیر ارتجاعي تصادمونو کې معمولاً تصادم کوونکي جسمونه له تصادم څخه وروسته یو له بله سره نښتي او په عین سرعت حرکت کوي.

د غیرارتجاعي تصادم د پېژندلو لپاره یو ښه مثال له بالستیکي رقاصې (Ballistic Pendulum) څخه عبارت دی چې په مرسته یې کولای شو د مرمۍ سرعت اندازه کړو.



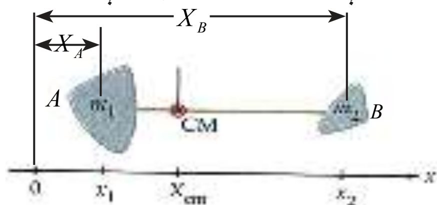
څېړنه وکړئ:

د ټولګي په مختلفو ډلو کې د مرمۍ د سرعت د پیداکولو طریقه د بالستیک رقاصې پرمټ وڅېړئ او پایله یې ټولګي ته وړاندې کړئ.

6-7: د ثقل مرکز

په پخوانیو ټولګیو کې د ثقل مرکز له مفهوم او دا چې څنګه کولای شو د منظمو هندسي جسمونو د ثقل مرکز پیداکړو، بلدتیا ترلاسه کړه، خو آیا تراوسه مو له ځانه پوښتنه کړې ده چې څرنګه کولای شو د اجسامو د یو سیستم او یا د هغو ذرو د ثقل مرکز چې د یو مستقیم خط پرمخ قرار لري. لاس ته راوړو؟ او یا دا چې په کومو حالتونو کې کولای شو د ذرو د سیستم او یا اجسامو د ثقل مرکز مطالعه کړو؟ د پورتنیو پوښتنو د ځوابولو لپاره د (6-16) شکل په نظر کې ونیسئ، په دې شکل کې دوه جسمونه د m_A او m_B په کتلو شتون لري چې د هر یو واټن د x د محور له مرکز (د دوران محور) څخه له x_A او x_B څخه عبارت دي.

ددې سیستم د ثقل د مرکز د لاس ته راوړلو لپاره چې له دوو جسمونو (له دوو ذرو څخه نمایندګي کوي) جوړ شوی دی له لاندې رابطې څخه ګټه ترلاسه کېږي، نو له دوراني تعادل څخه پوهیږو چې:

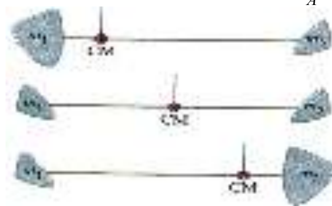


$$m_A x_{cm} + m_B x_{cm} = m_A x_A + m_B x_B$$

اویا
$$X_{cm} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{M}$$

(6-16) شکل

په دې رابطه کې X_{cm} د سیستم د ثقل مرکز فاصله د x محور له مرکز څخه دی. د رابطې د ساده کولو لپاره د m_A او m_B د کتلو مجموعه د M په نښه ښیو، یعنې: $M = m_A + m_B$



د M د قیمت په وضع کولو (1) رابطه لاندې شکل ځانته نیسي:

$$X_{cm} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{M}$$

(6-17) شکل

اوس مختلف حالتونه تر مطالعې لاندې نیسو:

1 - په هغه صورت کې چې یو ه کتله له بلې څخه لویه مثلا $m_1 > m_2$ وي، په دې حالت کې ددې دوه جسمي (دوه ذره یي) سیستم د ثقل مرکز هغه جسم ته نژدې دی چې د لویې کتلې لرونکی وي.

2 - که چیرې د سیستم ټوله کتله په یوه نقطه مثلاً د m_2 یا (B) په نقطه کې وي، په دې صورت کې به $m_1 = 0$ وي او کولای شو ولیکو چې:

$$X_{cm} = \frac{0 \times X_A + m_B X_B}{0 + m_B} = \frac{m_B X_B}{m_B} = X_B$$

3 - که چیرې سیستم له دوو جسمونو (ذرو) زیات تر n ذرو پورې وي، په داسې حالت کې د (1) رابطې پر بنسټ کولای شو ولیکو چې:

$$X_{cm} = \frac{m_1 X_1 + m_2 X_2 + m_3 X_3 + ...}{m_1 + m_2 + m_3 + ...} \quad ....(2$$

$$M = m_1 + m_2 + m_3 + ...$$

$$X_{cm} = \frac{m_1 X_1 + m_2 X_2 + m_3 X_3 + ...}{M} \qquad X_{cm} = \frac{\sum_{i-1}^{n} m_i X_i}{M}$$

وروستنۍ رابطه د اجسامو یا د ذرو سیستم د ثقل مرکز د لاسته راوړلو لپاره یوه کلي رابطه ده. همدارنګه د y محور لپاره په آسانۍ کولای شو، په اثبات ورسوو چې:

$$Y_{cm} = \frac{\sum_{i-1}^{n} m_i Y_i}{M}$$



د شپږم څپرکي لنډيز

- د خطي مومنتم او امپولس په مبحث کې دوه اصله (امپولس – مومنتم) او (د خطي مومنتم تحفظ) د بنسټيزو قوانينو او قاعدو په نامه ياد شوي دي.
- امپولس يا ضربه يو وکتوري کميت دی چې د قوې او وخت له حاصل ضرب څخه عبارت دي.

$$\vec{I} = \overrightarrow{F_{av}} \cdot \Delta t$$

- امپولس د نيوټن د دويم قانون په نظر کې نيولو سره په حقيقت کې له ΔP څخه عبارت دی، يعني:

$$\vec{I} = \overrightarrow{F_{av}} \cdot \Delta t = \overrightarrow{\Delta P}$$

- د يوه جسم خطي مومنتم د m له کتلې او $\vec{v}$ سرعت سره له $\vec{P} = m\vec{V}$ څخه عبارت دی.
- مومنتم يو وکتوري کميت او د $\vec{v}$ له وکتور سره هم لوری دی.
- د څو جسمونو څخه په جوړ شوي سيستم کې د ټول سيستم خطي مومنتم په جلا توګه د هر يوه جسم د مومنتونو له مجموعې څخه عبارت دی، يعني:

$$\vec{P} = \vec{P_1} + \vec{P_2} + \vec{P_3} + ... = \sum_{i-1}^{n} Pi$$

- مومنتم د نيوټن د دويم قانون په نظر کې نيولو سره له: $\sum \vec{F} = \frac{\overrightarrow{\Delta P}}{\Delta t}$ څخه عبارت دی، يعني پر يوه جسم د واردو شوو قوو مجموعه د زمان له نظره د مومنتم له بدلون سره مساوي دی.
- د يوه جسم لپاره د مومنتم تحفظ هغه مهال بر قراره کيدای شي چې پر جسم د واردو شوو قوو مجموعه له صفر سره مساوي وي.
- د جسمونو په سيستم کې هغه وخت د مومنتم د تحفظ قانون برقرار کيدای شي چې په سيستم کې د بهرينو قوو مجموعه له صفر سره مساوي وي.
- ارتجاعي تصادم له هغه تصادم څخه عبارت دی چې په هغه کې د مومنتم او ميخانيکي انرژۍ د تحفظ قوانين دواړه صدق کوي.
- په ارتجاعي تصادم کې د تصادم کوونکو دواړو جسمونو د سرعتونو تفاضل له تصادم څخه مخکې او له تصادم څخه وروسته يوه اندازه، خو يو دبل په خلاف لوري دي.
- غير ارتجاعي تصادم له هغه تصادم څخه عبارت دی چې په هغه کې د مومنتم د تحفظ قانون صدق وکړي، خو د ميخانيکي انرژي د تحفظ قانون په کې صدق نه کوي.
- د اجسامو يا ذرو سيستم د ثقل مرکز د لاس ته راوړلو لپاره له لاندې رابطو څخه ګټه اخيستل کيږي.

$$X_{cm} = \frac{\sum_{i-1}^{n} m_i X_i}{M} \Rightarrow$$ د x محور په نسبت

$$Y_{cm} = \frac{\sum_{i-1}^{n} m_i Y_i}{M} \Rightarrow$$ د y محور په نسبت

د شپږم څپرکي پوښتنې

1. د يوه جسم مومنتم عبارت دی د جسم د .... او .... له حاصل ضرب څخه.

2. د نيوټن د دويم قانون له مخې پر يوه جسم د وارده قوو مجموعه د .... پر .... له نسبت څخه عبارت دی.

3. امپولس په .... بدلونونو څخه عبارت دی.

4. په ارتجاعي تصادمونو کې د دوو تصادم کوونکو جسمونو د سرعت تفاضل له تصادم څخه مخکې او وروسته يو له بله سره .... خو د يو نل په .... لوري دي.

5. له لاندې ځوابونو څخه کوم يو د امپولس د اندازه کولو واحد دی.

الف) N ب) $N \cdot m$ ج) N/s د) $N \cdot s$

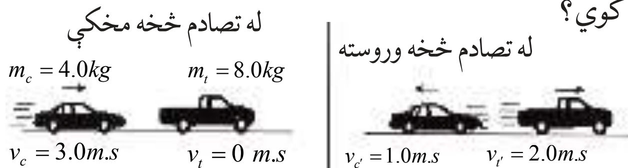
6. له لاندې ځوابونو څخه کوم يو پر جسم د عمل کوونکې قوې له مجموعې سره مساوي دی.

الف) $\frac{\Delta P}{\Delta t}$ ب) $\frac{w}{\Delta t}$ ج) $m \cdot \Delta v$ د) ΔE

7. که چيرې د دوو جسمونو مومنتم يوشان وي، په پايله کې حرکي انرژي له کتلې سره له لاندېنيو رابطو څخه کومه يوه لري؟

الف) مستقيم ب) معکوس ج) هيڅ اړيکه نه لري د) يو له بل سره متناسب

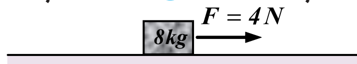
8. لاندې تصوير د دوو لابراتواري موټرګيو تصادم ښيي چې په ترتيب سره د 4Kg او 8Kg کتلې لري. له تصادم څخه وروسته د A موټر له $1m/s$ سرعت سره د شا په لور او د B موټر له $2m/s$ سرعت سره د مخې په لور حرکت کوي. ددې معلوماتو پربنسټ له لاندې ځوابونو څخه کوم يو د مومنتم او حرکي انرژي په هکله صدق کوي؟



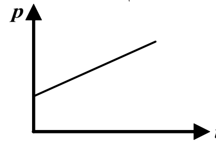
	حرکي انرژي	مومنتم
الف:	تحفظ صورت موندلی	تحفظ صورت موندلی
ب:	تحفظ صورت نه دی موندلی	تحفظ صورت موندلی
ج:	تحفظ صورت موندلی	تحفظ صورت نه دی موندلی
د:	تحفظ صورت نه دی موندلی	تحفظ صورت نه دی موندلی

9. په لاندې شکل کې که چېرې د اصطکاک قوه د هر کیلوګرام په وړاندې 0.25 نیوټن وي او جسم د سکون له حالت څخه په حرکت کې راشي، له څو ثانیو وروسته به یې مومنتم $5Kg\,m/s$ ته ورسېږي؟

الف) 1.25 ثانیې ب) 2.5 ثانیې ج) 1.6 ثانیې د) 3.2 ثانیې



10. د یوې فضایي بېړۍ لپاره د لاندې ګراف د y عمودي محور د P مومنتم او د x افقي محور د t زمان راښیي. له لاندې ځوابونو څخه کوم یو د خط له میل څخه عبارت دی؟



الف) د سفینې کتله ب) د سفینې سرعت

ج) هغه مجموعي قوه چې د سفینې پرمخ عمل کوي. د) د سفینې پرمخ ترسره شوی کار

11. یو جسم د $5N$ ثابتې قوې لاندې د سکون له حالې په $1.5\,m/s^2$ تعجیل سره په حرکت راځي، له 6 ثانیو څخه وروسته د جسم مومنتم څو $Kg\,m/s$ کېږي؟

الف) 20 ب) 30 ج) 22.5 د) 45

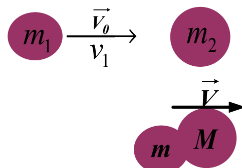
12. څه شی باید په یوه جسم تطبیق شي، تر څو د هغه سرعت او یا حالت ته بدلون ورکړي؟

13. د قوې امپولس تعریف کړئ.

14. د m د کتلې لرونکي جسم مومنتم چې د v په سرعت په حرکت کې دی، تعریف کړئ.

15. د خطي مومنتم د تحفظ قانون بیان کړئ.

16. څه ډول د (امپولس – مومنتم) او (د مومنتم تحفظ) قوانین د نیوټن قوانین تعقیبوي؟ بیان یې کړئ.



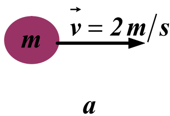
17. په شکل کې $m_2 = 10gr$ ، $m_1 = 5gr$ ، $V = 2\,cm/s$ او $v_1 = 25\,m/s$ دي، د M کتله او د دویمې لومړنی سرعت v_2 حساب کړئ.

18. په لنډ ډول د دوو جسمونو په تصادم کې د مومنتم تحفظ چې نوموړي جسمونه د مستقیم خط پرمخ حرکت کوي، تشریح کړئ.

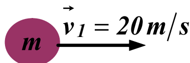
19. د $300N\cdot s$ یو امپولس پر یو جسم چې کتله یې $2Kg$ ده واردېږي، ددې کتلې په سرعت کې بدلون وټاکئ.

20. یو جسم چې $10gr$ کتله لري، د $10m/s$ سرعت لرونکی دی. که چېرې $1000dyne\cdot s$ امپولس پر دې کتلې وارد شي، د کتلې وروستنی سرعت حساب کړئ.

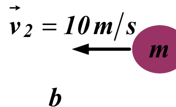
21. یو ماشوم له $21Kg$ کتلې سره پر یو وړوکي بایسکل چې $5.9Kg$ کتله لري، سپور او په $4.5m/s$ سرعت د شمال ختیځ په لور په حرکت کې دی.
a. د ماشوم او بایسکل مجموعي مومنتم څومره دی؟
b. د ماشوم مومنتم څومره دی؟
c. د بایسکل مومنتم حساب کړئ.
22. د فوټ بال یو توپ له $0.5Kg$ کتلې او $15m/s$ سرعت سره د شمال په لور شوټ کېږي، یوساکن شخص په $0.02s$ زمان کې هغه نیسي او دروي یې. کومه قوه د نیوونکي لخوا په توپ وارده شوې ده؟
23. د کرکټ د هر توپ کتله $0.5Kg$ ده، که چیرې شین رنګه توپ په $12m/s$ سرعت له آبي رنګه توپ سره چې ساکن دی، تصادم وکړي. (فرض کوو چې د لوبې دوخت په اوږدوکې، توپونه له اصطکاک پرته پر یوې سطحې حرکت کوي).
د آبي رنګه توپ نهایي سرعت په لاندې حالتونو کې پیداکړئ.
a. شین رنګه توپ له آبي توپ سره له ټکر څخه وروسته درېږي.
b. شین توپ له تصادم څخه وروسته خپل حرکت ته له $v_1' = 5\frac{m}{s}$ سرعت سره په عین لوري کې دوام ورکوي.
24. د لاندې تمرینونو لپاره مناسب شکلونه رسم او هغه حل کړئ.



a- فرض کړئ چې د m کتله د (a) په شکل کې یو واګون دی له $600Kg$ کتلې سره او د M بل واګون له $900Kg$ کتلې سره دي. د واګونونو سرعت له تصادم څخه وروسته چې په خپلو کې سره یو ځای کېږي. محاسبه کړئ.
(ځواب: $0.8m/s$ دی).



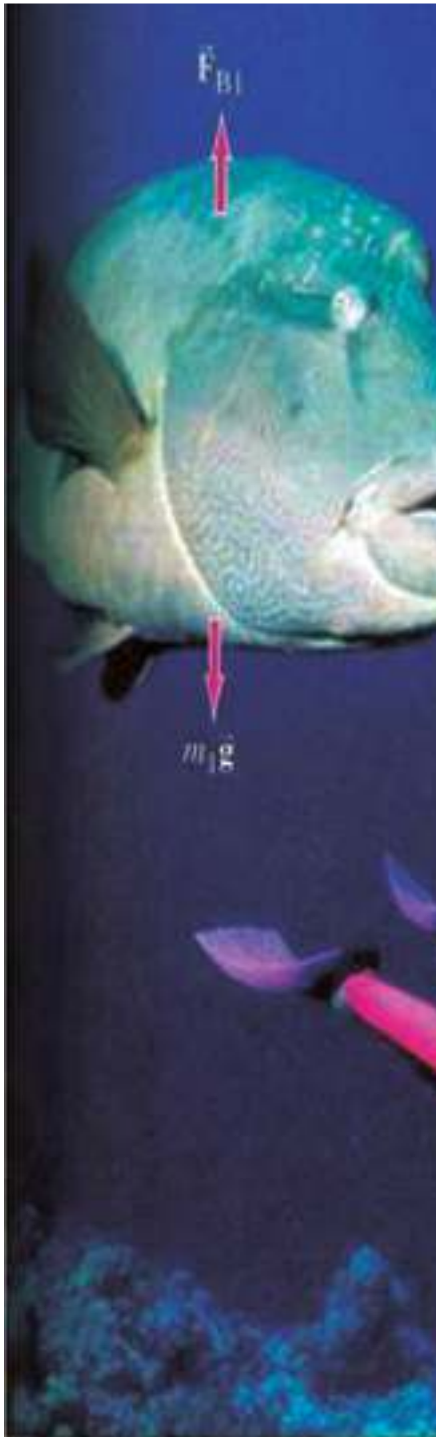
b- فرض کړئ د (b) په شکل کې m د تینس توپ له $20gr$ کتلې سره او M د والیبال توپ له $500gr$ کتلې سره وي. که چیرې د تینس د توپ لومړنی سرعت $20m/s$ او نهایي سرعت یې له تصادم څخه $10m/s$ په هغه لوري کې چې په شکل کې لیدل کېږي، وي. د والیبال د توپ سرعت پیداکړئ.
(ځواب: $120cm/s$ دی).



c- د (b) په پورتني شکل کې فرض کړئ چې M یوه 10 ګرامي سکه او m یوه 5 ګرامي سکه وي. په هغه صورت کې چې $V_1 = 2m/s$ او $V_2 = 1m/s$ وي. د v قیمت وټاکئ. (ځواب: $50\frac{cm}{s}$)

25. یوه تشله له $0.015kg$ کتلې سره ښي لورته له $22.5cm/s$ سرعت سره له اصطکاک څخه پرته پر یوې سطحې رغړي، له یوې بلې تشلې سره چې له $0.015kg$ کتلې او $18cm/s$ سرعت سره کیڼ لورته حرکت کوي، یو ارتجاعي تصادم کوي. له ټکر څخه وروسته لومړنۍ تشله له $18cm/s$ سرعت سره په حرکت راځي. د دویمې تشلې سرعت له تصادم څخه وروسته پیداکړئ.
26. یو موټر له $500Kg$ کتلې سره په $15m/s$ سرعت د جنوب په لور له یوې $4500Kg$ لارۍ سره چې د ټرافیکي اشارې لپاره دریدلې ده، ټکر کوي. موټر او لارۍ یو له بله سره نښتي او له ټکر څخه وروسته یو له بل سره یو ځای په حرکت راځي د موټرونو د مجموعي کتلو نهایي سرعت پیداکړئ.

اووم څپرکی
د سیالونو نسبي سکون (Static Fluids)



ولې د اوبو د بندونو قاعدې د هغو له پورتنیو برخو څخه پرېړ (ضخیمې) جوړ وي؟
په یو موټر کې د مایع برک د هغه په مصونیت کې څه اهمیت لري؟ دا څپرکی به له تاسو سره مرسته وکړي، ترڅو سیالونه د سکون په حال او هغه قوې چې د هغو پرمټ منځته راځي، زده کړئ. همدارنګه د فشار صعودي قوو او نور مفاهیم به د تجربو او هغو فعالیتونو په ترسره کولو چې کولای شي د سیالونو د خواصو په هکله تاسو ته علمي مهارتونه او ګټوره پوهه چمتو کړي، زده کړئ او په پایله کې به تاسو وکولای شئ مطرح شوو او نورو پوښتنو ته ځواب ورکړئ او د مباحثې یا خبرو اترو پربنسټ به په دې څپرکي کې پردې بریالي شئ، چې:

- سیال تعریف کړای شئ.
- د سیالونو پرمټ وارده فشار بیان کړای شئ.
- په یوه نقطه کې د مایع فشار د هغې کثافت، دیوې مایع نقطې ژوروالي او د جاذبې تعجیل ترمنځ رابطه پیداکړای شئ.
- تحلیل کړای شئ چې په څه ډول د اتموسفیر فشار نظر ژوروالي ته بدلون مومي.
- د پاسکال قانون بیان کړای شئ.
- دا وښودلای شئ چې په څه ډول له مونو متر څخه په تړلو محفظو کې د سیالونو د فشار د اندازه کولو لپاره ګټه اخېستل کېږي.
- د سیالونو د فشار او صعودي قوې ترمنځ رابطه بیان کړای شئ.
- د ریاضي مسئلې، د فشار، پاسکال او ارشمیدس له قوانینو څخه په ګټې اخېستلو حل کړای شئ.
- په سیالونو کې د یو جسم د ډوبیدو یا لامبووهلو په هکله وړاندوینه وکړای شي.

7-1: سیالونه

په مایع حالت کې د اجسامو مالیکولونه د اتصاق (نښتلو) له کمزورو قوو سره یو له بله سره تړل شوي دي. هغوی ثابتو موقعیتونو ته مقید نه دي، بلکې یو د بل پرمخ په ښویدلو په آزاده توګه له یو موقعیت څخه بل موقعیت ته د مکان بدلون کوي. بناءً مایعات ټاکلی حجم لري او کولای شي روان اوسي او په هغه لوښي کې چې اچول کېږي، د هغه شکل ځانته اختیاروي.

همدا راز د مایعاتو مالیکولونه یو له بله سره نژدې دي او د فشار ورکوونکو قوو په وړاندې مقاوم دي. لکه څنګه چې مایعات عملاً د تراکم وړنه دي.

دګاز په حالت کې ذرې یو له بله څخه ډېره فاصله لري او اتصاق یا نښتلو او لګیدلو قوې یې ترمنځ هومره کوچنۍ دي چې د صرف نظر وړدي.

له دې امله هغوی د مایعاتو مالیکولونو په پرتله ډېر په آزاده توګه یو له بل څخه په لیرې واټن کې حرکت کولای شي او ټاکلی حجم او ټاکلی شکل نلري، هرې خواته خپرېږي او په آسانۍ سره متراکم کېږي.

څرنګه چې هم مایعات او هم غازات له خپل لږ مقاومت سره د فشار په وړاندې د شکل بدلون کوي او د سیالتیا وړتیا لري، له همدې امله دی چې هغوی د سیالونو [1] په نامه یادوي.

د سیالونو فشار

لکه څنګه چې تاسو پوهېږئ فشار په ظرف کې د سیال په هره نقطه کې د سطحې پر واحد باندې د عمودي وارده قوې له مقدار څخه عبارت دی چې کیدای شي داسې ولیکل شي:

$$\text{فشار} = \frac{\text{قوه}}{\text{سطح}}$$

او یا د سمبول په لیکلو: $P = \frac{F}{A}$ دی.

د SI د اندازه کولو په سیستم کې د فشار واحد عبارت له پاسکال (Pa) څخه دی او مساوي دی له:

$$\frac{\text{نیوټن}}{\text{مترمربع}} \quad \text{یا} \quad \frac{N}{m^2}$$

مثال:

د یوه کتاب لخوا وارده فشار چې $0.16m^2$ مساحت او 8N وزن لري، څومره دی؟ حساب یې کړئ.

حل:

لومړۍ مرحله: لاندې معلومات ورکړل شوي دي: $A = 0.16m^2$

$F = 8N$

$P = ?$

دویمه مرحله: د فشار معادله ولیکئ. $P = \frac{F}{A}$

1 د سیال کلمه د بهیدلو یا جریان پیداکولو د وړتیا مفهوم رسوي او له همدې امله دا کلمه په یوه وخت کې د مایعاتو او غازاتو لپاره کاریدلې ده.

دریمه مرحله: د مساحت او قوې د ورکړل شوو قیمتونو په وضع کولو سره د p فشار حساب کړئ (مرسته: وزن د جاذبې قوې له اندازې څخه عبارت دی).

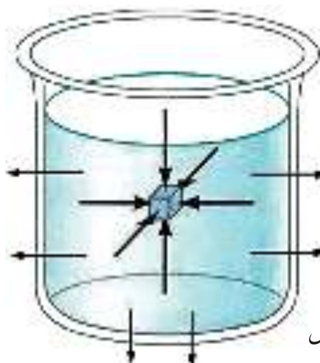
$$P=\frac{8}{0.16}=50\frac{N}{m^2}=50Pa$$



پوښتنې:

1. د یو کانتینر لخوا وارده فشار چې وزن یې $6000N$ او د قاعدې مساحت یې $3m^2$ دی، څومره دی؟ پیدایې کړئ.
2. د یوې ډبرینې تختې وزن پیداکړئ چې مساحت $12m^2$ دی او $25Pa$ فشار پر ځمکې واردوي؟

2-7: د مایع فشار اندازه کول


(7-1) شکل

کله چې د لامبلو په یوه ډنډ کې تراوبو لاندې لامبئ، د اوبو فشار د خپلو غوږونو په پردو کې حس کولای شئ. څه شی ددې فشار سبب کېږي؟ په آسانۍ سره ویلای شو چې ددې فشار لامل، د اوبو وزن ستاسو پر بدن دی چې تاسو مقابل لوري ته ډیکه کوي. د (7-1) شکل د اوبو په یو، ډک لوښي کې یو غوټه شوی جسم ښیي.

مایع په جسم او د لوښي پر جدارونو قوې واردوي، قوې د جسم د سطحې او د لوښي جدارونو پر هره نقطه کې په عمودي ډول واردېږي.



فعالیت:

اوبه څرنګه پر اجسامو فشار واردوي؟

اړین توکي: پلاستیکي کڅوړه، سنجاق او اوبه

کړنلاره:

1- کڅوړه له اوبو څخه ډکه کړئ.
2- کڅوړې ته په سختی فشار ورکړئ او په چټکی سره یې په څو نقطو کې په سنجاق سوری کړئ.
3- خپل مشاهدات ولیکئ.
4- له خپلې ډلې سره پر لیکل شوو مشاهداتو بحث وکړئ.
5- ستاسو پایله ترلاسه کول له دې فعالیت څخه څه شی دی؟


(7-2) شکل

تاسو ولیدل چې اوبو د کڅوړې د سطحې له سوریو څخه په ټولو لوروکې په عمودي توګه فواره کوله. دا ددې معنا ورکوي چې فشار په ټولو لوروکې د سطحې په هره نقطه کې عمود دی.

په څه ډول د اوبو د فشار کچه د اوبو د ژوروالي په نسبت توپير کوي؟
ددې پوښتنې ځواب د لاندې فعاليت په ترسره کولو لاس ته راوړلای شئ.

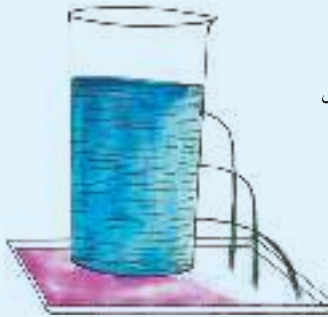


فعاليت: فشار او ژوروالي

اړين توکي: اوږده حلبي قطی، موم، يا خميره سوري کوونکي او اوبه

کړنلاره:

1- د قطی يوه خوا درې ځايه په مساوي ډول سوري کړئ.
2- سوري په موم يا خميرې بند کړئ.
3- حلبي قطی له اوبو څخه ډکه کړئ.
4- سوري پرانيزئ.
5- خپل مشاهدات نوټ کړئ.



(7-3) شکل

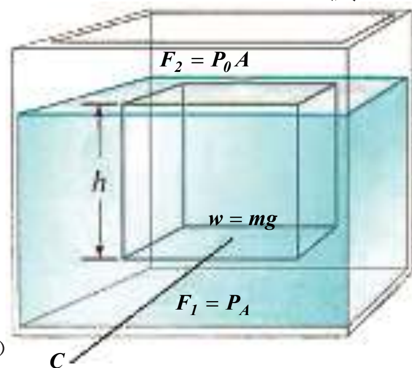
لاندې پوښتنو ته له خپلې ډلې سره ځواب ووايئ.

- له کوم سوري څخه اوبه په تېزۍ او ډېر شدت فواره کوي؟
- په کوم سوري کې فشار ډېر دی؟

له لاندې فعاليت څخه کولای شو پايله ترلاسه کړو چې د اوبو فشار د ژوروالي په زياتېدو سره ډېرېږي.

د مايع په يوه ټاکلې نقطه کې د فشار او ژوروالي ترمنځ رابطه

د (ρ) کثافت لرونکې ساکنه مايع د يو سرخلاصي لوښي په منځ کې له (7-4) شکل سره سم په نظر کې نيسو. کله چې وغواړو د مايع فشار د مايع په منځ د c په نقطه کې چېرې چې د مايع ارتفاع يا ژوروالی h دی، لاس ته راوړو.



(7-4) شکل

له مايع څخه ډک لوښی په نظر کې ونيسئ چې د h په ارتفاع او د A په قاعدې يو مکعب په کې غوټې وهي. ددې بېلګه ييز مکعب لوړوالي برابره ده، د c نقطې له ژوروالي څخه د اوبو تر سطحې (h) پورې. راځئ چې ددې فرضي مکعب پورتنيو او لاندېنيو سطحو باندې عاملې قوې مطالعه کړو. دغه قوې درې ډوله دي:

1 - د بېلګه ييز سلنډر وزن (W)، $w = mg = \rho V g = \rho g h A$

2 - د (F_1) صعودي قوه چې د مايع د فشار له امله د مکعب پر قاعدې واردېږي. $F_1 = PA$

د (F_2) قوه چې د اتموسفير د فشار له امله د مکعب پر پورتنۍ سطحه له پاسه عمل کوي. پردې بیلګه ییز معکب د نیوټن د دویم قانون په تطبیقولو سره (مایع ساکن او د تعادل په حالت کې دي):

$$\sum F = 0$$

نو ددې له مخې: $PA - (P_0 A + \rho ghA) = 0$

نو: $P = p_0 + \rho gh$

اویا $p - p_0 = \rho gh = p_G$

P مطلقه فشار دی، P_G نظر ژوروالي ته د سیال د داخلي فشار په نامه یادیږي. دP مطلقه فشار د h په ژوروالي کې د مایع د سرخلاصي لوښي په ښکتنۍ سطحه کې د اتموسفیر له فشار څخه ډېر دی او کچه يې (ρgh) ده. له هغه څه مو چې په رابطه کې مطالعه کړل، لاندې پایلې لاسته راوړلای شو:

1 - د مایع د دننه په هره نقطه کې فشار، په خطي توګه عمل کوي او د مایع له عمق او کثافت سره متناسب دی.

2 - فشار د مایع د عین ژوروالي په ټولو نقطو کې یو ډول وي.

3 - د لوښي شکل پر فشار اغیزه نه لري.

مثال

یو لامبووهونکی په $400m$ ژوروالي په سمندر کې په افقي توګه لامبووهي. که چیرې د بحر د اوبو کثافت $1.025\times10^3 \frac{kg}{m^3}$، $P_0 = 1.01\times10^5 Pa$ او $g = 9.8\frac{m}{\sec^2}$ وي، حساب کړئ.

1 - د P_G داخلي فشار په دې ژوروالي کې.

2 - منځنی فشار په دې ژوروالي کې.

3 - پر لامبووهونکي جسم د اوبو لخوا د واردو قوو مجموعه په هغه صورت کې چې د لامبووهونکي جسم مساحت $0.8m^2$ وي.

حل:

1 -

$$P_G = \rho gh$$

$$P_G = 1.025\times10^3 \times 9.8 \times 400$$

$$P_G = 4.018\times10^6 Pa$$

$$P = P_0 + P_G$$ - 2

$$P = 1.01\times10^5\,Pa + 4.018\times10^6\,Pa$$

$$P = 4.119\times10^6\,Pa$$

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = P\times A$$ - 3

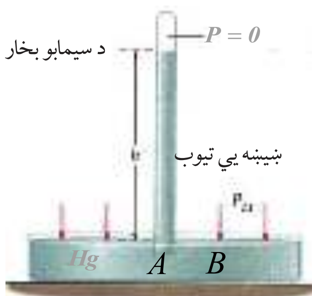
$$F = 4.119\times10^6 \times 0.8$$

$$F = 3.2952\times10^6\,N$$

7-3: د اتموسفیر فشار

ځمکه د نایتروجن، اکسیجن او نورو غازاتو د یو قشر په واسطه احاطه شوې ده چې د اتموسفیر په نامه یادېږي. د اتموسفیر د قشر پنډوالی له ځمکې څخه د هغه تر پورتنۍ برخې پورې تقریباً $150km$ ته رسېږي. د اتموسفیر شاوخوا 80% غازونه د ځمکې د سطحې په 10 کیلومتري ارتفاع کې دي. فشار د اتموسفیر په پورتنۍ برخه کې صفر ته نژدې کېږي. لکه چې پوهېږو فشار د اتموسفیر په هره نقطه کې د هوا د هغه ستون له وزن سره مساوي دی چې اوږدوالي کې له همغه نقطې څخه د اتموسفیر تر پورتنۍ برخې پورې وي او د سطحې پر واحد باندې په همغه نقطه کې واردېږي، نو له دې امله فشار له ځمکې څخه د ارتفاع په زیاتېدو سره تناقص پیداکوي. اوس ګورو چې څنګه کولای شو، د اتموسفیر فشار اندازه کړو؟

په دې غرض موږ د توریچلي (Torricelli) له بارومتر (فشار سنج) څخه چې په 1643 زېږدیز کال اختراع شوی دی ګټه اخلو.



(7-5) شکل

په (7-5) شکل کې ښیښه يي اوږد ټیوب تقریباً د یو متر په اوږدوالي او د $1cm^2$ قاعدې مساحت سره وینئ چې یو سر يې بند دی. کله چې هغه له سیمابو (Hg) څخه ډک کړو او بیايې په معکوس ډول له سیمابو څخه په ډک لوښي کې کېږدو، په دې صورت کې $P_a = P_b$ دی (ولې)؟

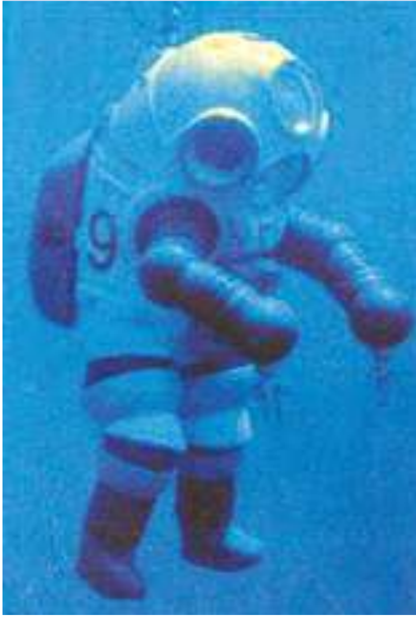
څکه نو: $P_0 = \rho_{Hg} gh$

د بحر په سطح او تر معیاري شرایطو لاندې د ځمکې د جاذبې تعجیل او د سلسیوس صفر درجې تودوخې په صورت کې، د سیمابو د ستون ارتفاع $76cm$ دي او د سیمابو په دې ستون باندې د اتموسفیر فشار یو اتموسفیر (1_{atm}) دی.

د سیمابو د ستون ارتفاع په ρ ، g او اتموسفیر له فشار سره تعلق لري، نو له دې کبله د ρ کثافت د تودوخې او د ځمکې د جاذبوي تعجیل (g) له بدلونونو سره د بحر له سطحې څخه د ارتفاع له بدلوناتو سره بدلون مومي. ټول دقیق فشار سنجوونکي یا بارومیترونه (Barometers) له ترمامیتر او معلوماتي دقیقو جدولونو یا چارټونو سره یو ځای جوړېږي.



اضافي معلومات:



ځینې موضوعات چې باید پرې پوه شو:
هرڅومره چې غواص (لامبووهونکی) د بحر د اوبو په ژورو کې ښکته ځي، فشارېې پر بدن زیاتېږي، تنفس ورته ګرانیږي، نو له همدې امله لامبووهونکی ددې ستونزې د رفع کولو لپاره له فشار تنظیموونکو څخه ګټه اخلي.
د (6-7) شکل د غواصانو ځانګړي لباسونه د اوبو لخوا خارجي فشار تر $610m$ ژوروالي پورې په تعادل کې ساتي او د تنفس عمل آسانه کوي.

(6-7) شکل

آیا د سیال د جاري کیدو لوري ټاکلی شئ؟
ددې پوښتنې د ځوابولو لپاره لاندې فعالیت په عملي توګه تجربه کړئ.



فعالیت:

د فشارونو توپیر او د سیالونو بهیدل.

اړین توکي: قطره څڅوونکی، پیاله او اوبه

کړنلاره:

1 - هرو دوو زده کوونکو ته یوه دانه پلاستیکي قطره څڅوونکی او د اوبو یوه کوچنۍ پیاله ورکړئ.

2 - له هغو څخه وغواړئ چې د قطره څڅوونکي دکار د څرنګوالي په هکله یو پاراګراف ولیکي.

3 - توضیح کړئ چې ولې اوبه په قطره څڅوونکي کې پورته ځي؟ او ولې کولای شو اوبه په فشار له قطره څڅوونکي څخه بهر کړو؟ دواړه پوښتنې ددې حقیقت پر بنسټ چې سیالونه د جګ فشار له ساحې څخه د ټیټ فشار لوري ته بهیږي، تشریح شي.



(7-7) شکل

ستاسو پر جسم باندې د فشار بدلون

ستاسو په جسم څه پېښېږي کله چې د اتموسفیر په فشار کې بدلون رامنځ ته شي؟
کله چې په یوه سفر لوړو او یا ټیټو نقطو ته ولاړ شئ، باید ځان د اتموسفیر له فشار سره عیار کړئ، ترڅو د بدن د داخلي او بهرني فشار تعادل رامنځ ته شي. ښايي تجربه کړې مو وي چې لوړو او ټیټو منطقو ته د سفر پر مهال مو غوږونه آوازکوي او سبب يې دا دی چې ستاسو د غوږونو د شاوخوا هوا په فضايي کڅوړو کې د فشار بدلونونه رامنځ ته کېږي او د غوږ پرده مو اغېزمنه کوي.

مثال:

a- د اتموسفیر فشار د سلسیوس په صفر درجه او د ځمکې د جاذبې په معیاري تعجیل کې د بحر په سطحه کې حساب کړئ. په هغه صورت کې چې:

$$\rho_{Hg} = 13595\frac{kg}{m^3} \quad \text{او} \quad g = 9.80666\frac{m}{\sec^2}$$

حل:

$$\left.\begin{aligned} \rho_{Hg} &= 13595\frac{kg}{m^3} \\ g &= 9.80666\frac{m}{s^2} \\ h &= 76cm = 0.76m \end{aligned}\right\} \qquad P_0 = ?$$

$$P_0 = \rho \cdot g \cdot h$$
$$P_0 = 13595 \times 9.8066 \times 0.76$$
$$P_0 = 101324.372\frac{kg \cdot m \cdot m}{m^3 \cdot s^2}$$
$$P_0 = 1.013 \times 10^5 P_a$$
$$\rho_0 = 1atm$$

b- د بحر په سطح کې پر $2m^2$ مساحت وارده قوه حساب کړئ.
$P_0 = \frac{F}{A} \Rightarrow F = 1.013 \times 10^5 \times 2 = 2.026 \times 10^5 N \approx$ 20 ټنه وزن وليدل شوه چې دا قوه يوه ستره قوه ده.



پوښتنې:



1. ولې تاسو دومره ستر او ځپونکی فشار نشئ حس کولای؟
2. ولې د الوتکو کابینونه باید د تنظیم شوي هوا فشار ولري؟
3. څه پېښېږي کله چې په يوې نيچې د مېوو اوبه څښئ؟ تشريح يې کړئ.
4. ولې فشار د يو ژور ډنډ په قاعده کې د يو لوی او کم ژورجهيل د قاعدې له فشار څخه زيات دی؟



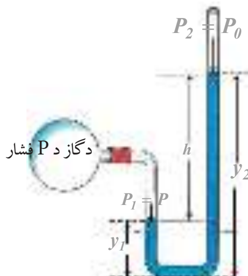
7-4: په محصور شوو مایعاتو کې د فشار اندازه کول

په محصور شوو مایعاتو کې د فشار د اندازه کولو لپاره کولای شو، له یوې آلې څخه چې د فشار سنج په نامه یادیږي کار واخلو. دوه ډوله فشار سنج شتون لري. یو د Uډوله سرخلاصی نل چې هغه ته Uشکله مونومتر (U shape monometer) او دویم ډول یې د بوردن مونومتر(Bourdon- type) په نامه یادیږي.

1 - خوله خلاصی مونومتر

دا ډول مونومتر له U ډوله ښیښه یي نل څخه جوړ شوی دی چې په منځ کې یې مایع وي. یو سر یې خلاص او بل سر یې له یوه سیستم (ټانک) سره چې د (P) فشاریې اندازه کوو وصل شوی دی. د کیڼ اړخ د ستون په قاعده کې د مایع فشار مساوي دی له $P+\rho g y_1$ سره، په داسې حال کې چې د ښي اړخ په قاعده کې د مایع فشار $P_0+\rho g y_2$ دی.

ρ د مونومتر د مایع له کثافت څخه عبارت دی. له هغه ځایه چې دواړه تعریف شوي فشارونه له همغه نقطې سره اړیکه لري، نو ددې له مخې لیکلای شو:



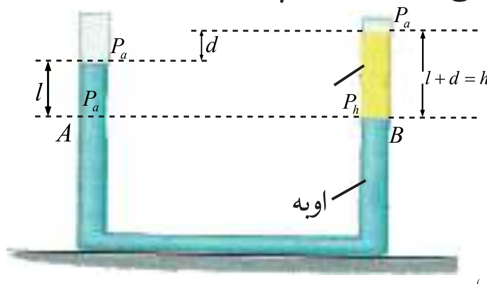
$$P+\rho g y_1=p_0+\rho g y_2$$
$$P-P_0=\rho g(y_2-y_1)$$
$$P-P_0=\rho g h$$

(7-8) شکل

لکه څنګه چې پوهیږئ چې ($P-P_0$) نظر ژوروالي ته، د فشار د توپیر په نامه دي او دا فشار د مایع د ستونونو د ارتفاع له توپیر سره متناسب دی.

مثال:

یو U ډولې ښیښه یي نل له اوبو څخه یوڅه ډک شوی دی، یوه بله مایع چې له اوبو سره نه ده مخلوط شوې، د نل په یو انجام کې اچول شوې ده، ترڅو دا مایع د d په فاصله کې د اوبو په پورتنۍ سطحه په بل ستون کې وساتل شي، د (7-9) شکل.



(7-9) شکل

پیداکړئ:

1 - د مایع د کثافت او اوبو د کثافت ترمنځ نسبت.

2 - که چیرې د مایع د ستون ارتفاع $20cm$ او $d=8cm$ وي، د مایع کثافت پیداکړئ.

حل:

1 - $P_a = P_h$ څکه چې په عین افقي سطحه کې واقع دي. نو: $P_0 + \rho_L g(d+l) = P_0 + \rho_w gl$ په رابطه کې ρ_L د مایع کثافت او ρ_w د اوبو کثافت راښیي، د پورتنی رابطې له ساده کولو وروسته ل رو:

$$\frac{\rho_L}{\rho_w} = \frac{l}{l+d} \qquad \Rightarrow \frac{\rho_L g(d+L)}{\rho_\omega g(d+L)} = \frac{\rho_\omega \cdot g \cdot L}{\rho_\omega g(d+L)}$$

2 - ځنګه چې: $\frac{\rho_L}{1000} = \frac{12}{20} \Rightarrow \rho_L = 600\frac{kg}{m^3}$

مثال:

یو خوله خلاصی مونومتر دګاز له یوه ټانک سره تړل شوی دی.

د ښي اړخ په ستون کې د سیمابو سطحه د (10-7) شکل په څېر، $0{,}39m$ نسبت د مونومتر د کینې اړخ سطحې ته لوړه واقع ده. که چیرې یو مونومتر د سیمابو د ستون ارتفاع $0.75m \cdot Hg$ وښیي.

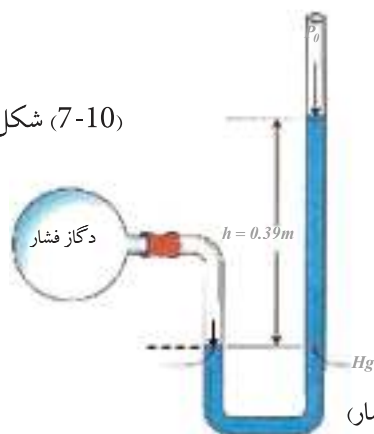
a- دګاز مطلقه فشار څومره دی؟ ځوابونه په نیوټن پر متر مربع ($\frac{N}{m^2}$) او اتموسفیر (atm) وړاندې کړئ.

b- د ژوروالي په نسبت دګاز داخلي فشار (P_G) محاسبه کړئ.

حل:

a- دګاز مطلقه فشار (P_{gas}) عبارت له هغه فشار څخه دي چې د سیمابو د کینې اړخ ستون پر پورتنی سطحې وارديږي او دا فشار مساوي دی د سیمابو د ښي اړخ ستون په عین افقي ارتفاع کې له وارده فشار سره، نو ددې له مخې:

$$P_{gas} = P_0 + P_{Hg} = 0.75 + 0.39 = 1.14m - Hg$$



(10-7) شکل

$$1atm = 0.76mHg \Rightarrow m - Hg = \frac{1atm}{0.76}$$

نو ددې له مخې: $P_{gas} = \frac{1.14}{o.76} = 1.5atm$

او $P_{gas} = 1.5 \times 1.013 \times 10^5 P_a = 1.5195 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$

b- دګاز داخلي فشار (P_G) داسې په لاس راځي:

$$P = \frac{0.39}{0.76} = 0.513 = 0.538 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$$

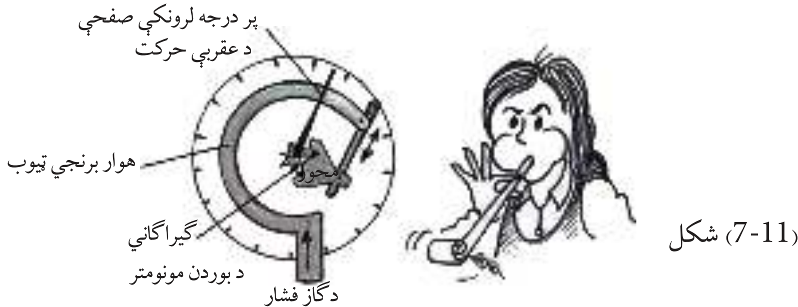
$$P_G (\text{دګاز داخلي فشار}) = \frac{\text{د فشارونو توپیر د سیمابو ستون}}{\text{د یو اتموسفیر د سیمابو ستون}} \times 1atm$$

$$P_G = \frac{P_{Hg}}{P_{atm}} \times 1atm = \frac{0.39mHg}{0.76mHg} \times 1atm$$

$$P_G = 0.513 \times 1.013 \times 10^5 Pa = 0.519669 \times 10^5 Pa = 5.2 \times 10^4 \frac{N}{m^2}$$

2) د بوردن ډوله فشار سنج اله

له دې آلې څخه د مايع مونومتر (U ډوله مونو متر) په نسبت د ګڼو مقاصدو لپاره په آسانۍ او آرامۍ ډېر کار اخېستل کېږي. دغه مونومتر له يوه برنجي هوار تيوب څخه جوړ شوی دی چې يو سر يې تړل شوی او په دايره يي ډول کوږ شوی دی. تړل شوی سرېې له يوې ګيرا او کوچني غاښ لرونکي څرخ چې د يوې مندرجې صفحې پرمخ حرکت کوي له يوې عقربې سره وصل شوی دی. (7-11) شکل. دغه مونومتر په څه ډول کار کوي؟ د تيوب خلاص انجام له هغې آلې سره چې فشار په کې اندازه کېږي، وصل شوی دی. کله چې فشار د هوار تيوب په سر راوړل کېږي، تيوب ورو وروڅان سيخوي او د نل د خلاص انجام (چې له عقربې سره وصل دی) د حرکت په پايله کې عقربه حرکت کوي.

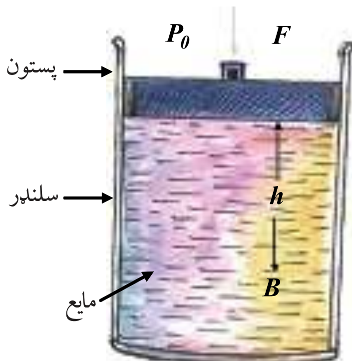


(7-11) شکل

7-5: په سيالونو کې د فشار انتقال (د پاسکال قانون)

د (7-12) شکل يو سيال په يو سلنډر کې ښيي چې له مايع څخه ډک شوی دی او يو پستون لري. ددې پستون په مرسته کولای شو د سلنډر داخلي فشار ته بدلون ورکړو. فشار د مايع دننه په هره نقطه کې د مثال په ډول د (B) په نقطه کې د $P = P_0 + \rho gh$ معادلې په مرسته حسابيدای شي.

راځئ چې داخلي فشار د ΔP_0 په اندازه زيات کړو. په دې حالت کې د P قيمت هم د پورتنی رابطې پر بنسټ زياتېږي. دا پايله د پاسکال لخوا (Blaise Pascal 1623-1662) اعلان شوه:



(7-12) شکل

چې د پاسکال د قاعدې په نامه يادېږي. هغه فشار چې پر يوې محصور شوې مايع تطبيق کېږي، پرته له دې چې په کچه کې يې کموالي راشي د مايع ټولو برخو او د لوښي جدارونو ته انتقاليږي.

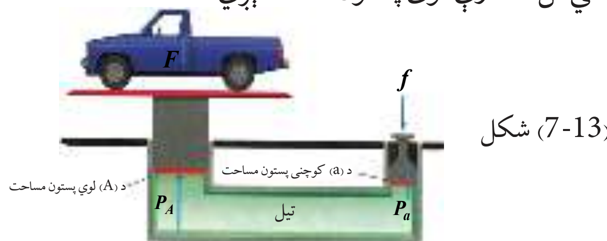
پاسکال د قوې مضاعف کوونکې آله اختراع کړه چې د پاسکال د آبي شکنجي په نامه ياده شوې او په مودرنه تکنالوژۍ کې د تطبيق مهم ځايونه لري.

د اوبو شکنجه (*Hydraulic press*)

په بنسټیزه توګه د اوبو شکنجه له دوو سلنډرونو څخه جوړه شوې ده چې له غلیظې مایع څخه ډکه شوې ده او د متحرکو پستونونو په مرسته یې پورتنی سطحې بندې شوي چې په (13-7) شکل کې ښودل شوي دي. لوی پستون د (A) او کوچنی پستون د (a) مساحت لرونکي دي.

د اوبو شکنجه څنګه کار کوي؟

1 - کله چې تاسو د (f) یوه کوچنۍ قوه په یوه واړه پستون وارده کړئ. د مایع (تېل) پر سطحې وارد شوی فشار $P = \frac{f}{a}$ ، د ارتباطي نل له لارې لوی پستون ته انتقالېږي.



(13-7) شکل

2 - څرنګه چې فشار د دواړو پستونو پر سطحې مساوي دی، نو: $P = \frac{f}{a} = \frac{F}{A} \Rightarrow F = f \times \frac{A}{a}$

وروستی رابطه راښیي چې د اوبو شکنجه، د قوې مضاعف کوونکې آله ده چې میخانیکي خیالي ګټه یې له $\frac{A}{a}$ سره مساوي ده. د سلماني څوکۍ، د غاښونو د ډاکتر څوکۍ، د موټرو جکونه او هایدرولیکي برکونه دا ټول هغه وسایل دي چې د پاسکال له قاعدې څخه په ګټې اخېستلو جوړ شوي دي.

تاسو کولای شئ د پاسکال د قاعدې په تطبیقولو سره لاندې حیرانوونکي فعالیت ترسره کړئ.

فعالیت: د یو آب بازک (کوچنی بوتل) حیرانونکی حرکت د اوبو په لوښي کې.

اړین توکي: اسـتوانه یي ورکوټې بوتل له 8 تر 10 سـانتي متره اوږد، ښېښه یي اوږد مرتبان او د ربړ ارتجاعي پرده (د قیچې شوي پوکانۍ یوه برخه)، اوبه او یوه دانه تشله.

کړنلاره:

1 - مرتبان له اوبو ښه ډک کړئ.

2 - پـه ورکوټـي بوتـل کې ترهغې پورې اوبه واچوئ، ترڅو د اوبو په سـطحه کې پاتې شـي او په مرتبان کې په غوټه کیدو سره لامبو ووهي.



3 - تشله په ربړې پرده د شکل په څیر وتړئ، او پرده د مرتبان له پاسنی څنډې سره کلکه کړئ.

4 - پرده له تشلې سره ونیسئ او فشار ورکړئ او دویم ځل یې پورته راکاږئ، خپلې مشاهدې نوټ کړئ او هغه تشریح کړئ.

(14-7) شکل

د مرتبان په پورتنی سطحه کې د هوا د فشار ډېروالی د مایع له لارې انتقالیږي او ددې لامل گرځي.
چې د اوبو یوه ډېره اندازه د آب بازک په منځ کې ورننه وځي. صعودي قوه پکې کمېږي او ددې لامل گرځي چې د آب بازک بوتل پکې لمبا وکړي. د فشار په دویم ځلې کمېدو سره بوتل خپله صعودي قوه بیامومي او پورتنی سطحې ته پورته ځي.

مثال

په یوه اوبو شکنجه کې که چیرې کوچنی پستون $5cm$ قطر او لوی پستون $40cm$ قطر ولري، په کوچني پستون باید کومه وزنه کېږدو، ترڅو هغه موټر چې $2\times10^4\,N$ وزن لري، د لوی پستون له پاسه په توازن کې وساتي؟

حل: لرو چې:

$$d = 5cm \Rightarrow r = \frac{d}{2} = 2.5cm = 0.025m$$

$$D = 40cm \Rightarrow R = 20cm = 0.2m$$

$$F = 2\times10^4\,N$$

$$f = ?$$

$$a = \pi r^2 = \pi\times(0.025)^2 = 0.000625\pi$$

$$A = \pi R^2 = \pi\times(0.2)^2 = 0.04\pi$$

$$F = 2\times10^4\,N$$

$$\frac{f}{a} = \frac{F}{A} \Rightarrow f = F\times\frac{a}{A}$$

$$f = 2\times10^4\times\frac{0.025\times0.025}{0.2\times0.2} \Rightarrow f = 312.5N$$

آیا کولای شئ یوه د اوبو شکنجه دیزاین کړئ؟



اضافي فعالیت: هایدرولیکي ماشین

اړین توکي: وړوکی سرنج، لوی سرنج، نری ربړي نل او یوه مایع (اوبه، تیل یا.....)

کړنلاره:

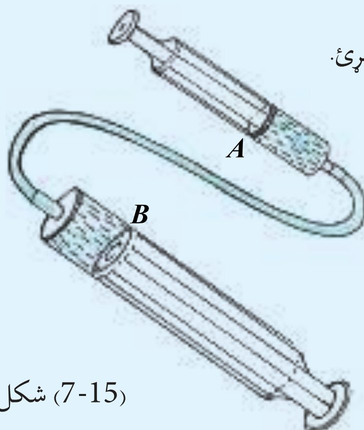
1 - د دیاگرام د شکل په څېر دواړه سرنجونه یو له بله سره وصل کړئ.
2 - سرنجونه له مایع څخه ډک کړئ.
3 - د A کوچنی پستون ته فشار ورکړئ.
4 - خپل مشاهدات ثبت او تشریح کړئ.

یادونه: د B پستون یو څه شاته راښکل کېږي ولې قوه د B په پستون ډېره شوې ده.

$$\frac{\text{د A پر پستون قوه}}{\text{د A مساحت}} = \frac{\text{دB پر پستون قوه}}{\text{د B مساحت}}$$

او یا

$$\frac{F_A}{A} = \frac{F_B}{B}$$

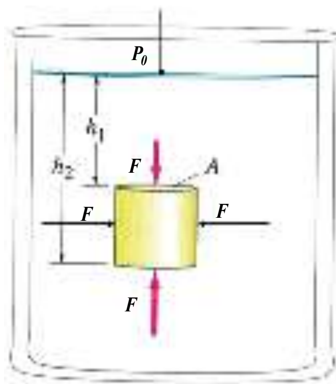


(7-15) شکل

7-6: د ارشمیدس قانون (Archimedes Law)

ولې اجسام په اوبو کې سپک او کم وزنه کېږي؟ تاسو مخکې ولوستل چې سیالونه پر اجسامو یوه صعودي قوه واردوي چې په پایله کې اجسام یو څه او یا په بشپړ ډول په سیال کې ډوبېږي. دغه قوه د لامبلو (buoyancy) قوې په نامه نومول شوې ده. د لامبلو صعودي قوه د جسم د وزن (د ځمکې د جاذبې قوه) په وړاندې عمل کوي او څرنګه چې د جسم وزن له صعودي قوې څخه ډېر دی، جسم په اوبو کې ښکته ځي. په دې حالت جسم سپک ښکاري او د دغه وزن د ظاهري وزن په نامه یادېږي، (په یاد ولرئ چې صعودي قوه ددې سبب ګرځي چې اجسام په مایعاتو کې ډوب شي او یا لمبا وکړي). فکر وکړئ چې یو مکعب شکله جسم په یوه سیال کې بشپړ ډوب شوی دی، په (7-16) شکل کې ښودل شوی دی.

سیال د جسم پر ټولو سطحو عمودي قوه واردوي. هغه قوه چې د مکعب د قاعدې پر سطحې واردېږي عبارت ده له: $F_{up} = (P_0 + \rho_f g h_2)A$ = صعودي قوه چې په هغې کې ρ_f د سیال کثافت دی. هغه قوه چې د مکعب پر پورتنۍ سطحې واردېږي عبارت ده له:



(7-16) شکل

$$\text{نزولي قوه} = F_{down} = (P_0 + \rho_f g h_1)A$$

څرنګه چې $h_2 > h_1$ دي، نو $F_{up} > F_{down}$ او منتجه صعودي قوه به له $F_{up} - F_{down}$ سره برابره وي.

منتجه صعودي قوه په F_B ښیو لیکو: $F_B = \rho_f g(h_2 - h_1)A$

څرنګه چې $(h_2 - h_1)$ د جسم ارتفاع ده، نو له مخې یې:

$$\text{د جسم حجم} = V = A(h_2 - h_1)$$

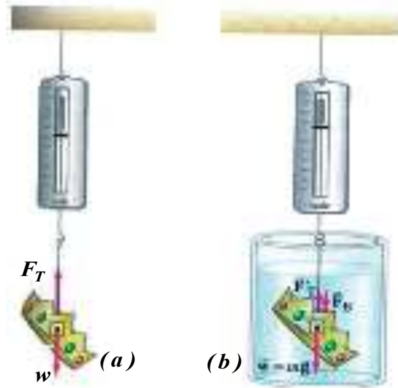
نو په هغه حالت کې چې جسم ډوب شي: $F_B = \rho_f \times V \times g$

په وروستۍ رابطه کې ρ_f او V په ترتیب د سیال کثافت او د ډوب شوي جسم حجم دی.

منتجه صعودي قوه (buoyant force) برابره ده، د جسم لخوا دبې ځایه شوي سیال له وزن سره، دا حقیقت په فزیک کې یو له پخوانیو کشفیاتو څخه دی چې شاوخوا 250 کاله مخکې له میلاده د ارشمیدس (Archimedes) یوناني فیلسوف لخوا استنباط شو.

د ارشمیدس قانون په لاندې توګه تشریح کیدای شي:

هر جسم چې یو څه او یا بشپړ په یو سیال کې ډوب شي، په مقابل کې یې یوه صعودي قوه عمل کوي چې په پایله کې یې وزن کمېږي چې ددې بایللي وزن کچه په جسم کې مساوي ده.



(7-17) شکل

د نوموړي جسم لخوا د بې ځایه شوو اوبو له وزن سره، یعنې: د بې ځایه شوي سیال وزن مساوي دی له F_B سره. د جسم د واقعي وزن (W) د اندازه کولو لپاره، هغه په عمودي ډول د یوې فنري تلې له انجام څخه ځړوو او د فنر د مقابلې درجه لرونکې صفحې له مخې یې ریښتنې وزن لولو. که چیرې همدا ځړېدلی جسم ټول په مایع (سیال) کې ډوب کړو، لیدل کېږي چې د ارشمیدس د صعودي قوې له امله یې وزن کمېږي، په دې حالت کې: $T = W - F_B$

د جسم ظاهري وزن (W') عبارت دي له: $W' = W - F_B$

نو: د بې ځایه شوي سیال وزن $= F_B = W - W'$

دیاګرام ښیي چې: واقعي وزن $= W = T =$ د فنر د راښکلو قوه

ظاهري وزن $= T' = W - F_B$

کله یو جسم لامبو وهي او یا ډوبېږي؟

ددې پوښتنې د ځوابولو لپاره راځئ درې لاندیني حالتونه تر مباحثې لاندې ونیسو:

1 - کله چې د ارشمیدس صعودي قوه د جسم له ریښتنیي وزن څخه کمه وي: $F_B < W$ «د منتجه قوې لوری مخ په ښکته، نو جسم په سیال کې ښکته ځي او په بشپړ ډول دوبېږي»، یعنې: $\rho_f \times v \times g < \rho \times v \times g$ (د سیال کثافت د جسم له کثافت څخه کم دی). $\rho_f < \rho$

2 - که چیرې د ارشمیدس قوه مساوي د جسم له ریښتنې وزن سره وي:

$$F_B = W$$

«منتجه قوه مساوي له صفر سره ده او جسم د تعادل په حالت کې دی، یعنې نه ښکته ځي او نه صعود کوي». $\rho \times v \times g = \rho_f \times v \times g$ او یا $\rho = \rho_f$ د سیال کثافت مساوي دی، د جسم له کثافت سره (د جسم د ظاهري وزن کچه په دې حالت کې څومره ده؟)

3 - که چیرې صعودي قوه د جسم له رښتنیي وزن څخه ډیره وي او ټول جسم تر سیال لاندې شي: $F_g > w$ (د منتجه قوې لوری مخ پورته وي او جسم پورته خوا ته تېله کوي) او په پایله کې جسم په تدریجي توګه د اوبو سطحې ته پورته ځي او لمبا کوي، ترڅو پورې چې د تعادل ځای (یوه برخه یې تر اوبو لاندې وي) ونیسي او په دې حالت کې د بې ځایه شوي سیال وزن مساوي دی د جسم له وزن سره.
$\rho \times v \times g > \rho_f \times v \times g$ او یا $\rho > \rho_f$

دلته د سیال کثافت د جسم له کثافت څخه زیات دی، خو کله چې جسم د مایع په سطحه کې لمبا کوي، یوه برخه یې ترمایع لاندې وي او د سکون حالت لري، یعنې په تعادل کې دی، نو له دې امله:

$$F_{B'} > W$$

او:

$$V'_f \rho_f g = V \rho_0 g$$

(V'_f مساوي دی د جسم د ډوبې شوې برخې له حجم سره په مایع کې).

$$\frac{V_f}{V} = \frac{\rho_0}{\rho_f}$$

نو د کثافتونو نسبت مساوي دی، د جسم د ډوب شوي حجم له کسر سره.

مثال: د یخ کثافت $920\, Kg/m^3$ دی، په داسې حال کې چې د بحر د اوبو کثافت $1025 Kg/m^3$ دی. د لامبووهونکي یخ ټوټې کوم کسر:
a: په اوبو کې ښکته ځي؟
b: له اوبو څخه بهر پاته کېږي؟

حل:a- په اوبو کې د ډوب شوي حجم کسر $\frac{V_f}{V} = \frac{\rho}{\rho_f} = \frac{920}{1025}$

$$= 0.89 = 89\%$$

b- له اوبو څخه د بهر حجم کسر $= 100\% - 89\%$

$$= 11\%$$

د ارشمیدس د صعودي قوې پر کچې باندې د مایع د کثافت د اغېزې مشاهده کولو لپاره لاندې فعالیت ترسره کولای شئ.



فعالیت: د یوې هګۍ لامبو

اړین توکي: (تازه هګۍ، یو ښېښه يي لوښی، اوبه، د خوړومالګه ($Nacl$) کاچوغه او لړونکی سیخ).

کړنلاره:

1 - د لوښي دوه ثلثه ($\frac{2}{3}$) له اوبو څخه ډک کړئ.

2 - هګۍ ورو د اوبو په منځ کې ښکته کړئ، و به ګورئ، چې هګۍ په اوبو کې ډوبېږي، بیان کړئ چې ولې؟



(7-18) شکل

3 - یوه ډکه چای خوري کاچوغه مالګه په اوبو کې واچوئ او وېې لړئ او هګۍ مشاهده کړئ.

4 - مالګه ډېروئ، ترڅو هګۍ د اوبو سرته راشي او یو څه په اوبو کې لامبو وکړي.

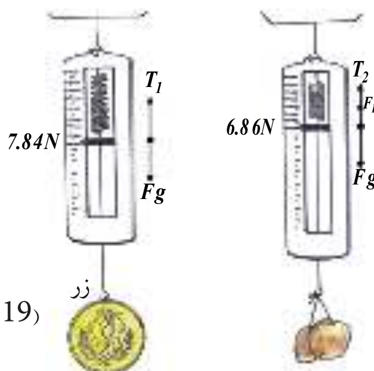
5 - د صعودي قوې په کچه په هر پړاو کې له خپلې ډلې سره خبرې وکړئ.

بې له شکه پایلې ته به ورسېږئ چې د مالګې په زیاتولو سره په تدریج د مالګینو اوبو کثافت زیاتېږي او صعودي قوه هم په تدریج سره زیاتېږي، یعنې کولای شو ووایو: صعودي قوه د مایع له کثافت سره مستقیماً متناسبه ده.

مثال

یو سړی د سروزرو یو سیټ له یوه مارکیټ څخه په ډېر جنجال اخلي. کله چې کور ته راځي سره زر تلي $7.84N$ کېږي. په دویم پړاو کې د همدې سروزرو وزن په اوبو کې پیداکوي، تله دا ځلې $6.86N$ ښیي. آیا سره زر چې اخېستل شوي دي، سوچه سره زر دي که جوته یاګډ؟ تشریح یې کړئ.

حل:



(7-19) شکل

1 - هغه معلومات چې ورکړل شوي دي.

د زرو وزن $= F_g = 7.84N$

ظاهري وزن $= 6.86N$

د اوبو کثافت $= \rho_w = 1.00\times10^3\ Kg/m^3$

د سروزرو کثافت $= \rho_g = ?$

2 -

$$W = mg = 7.84N$$

$$\text{ظاهري وزن} = F_g - F_B$$

$$\therefore F_B = 7.84 - 6.86 = 0.98\ N$$

$$F_B = V_0\ \rho g$$

$$0.98 = V_0 \times 1.0 \times 10^3 \times 9.8$$

$$V_0 = 1 \times 10^{-4}\, m^3$$

$$\therefore F_g = w = m_0 g = V_0 \rho_0 g \Rightarrow \rho_0 = \frac{w}{v_0 \cdot g}$$

$$\rho_0 = \frac{7.84}{1 \times 10^{-4} \times 9.8} = 8 \times 10^3\ Kg/m^3$$

خو د سروزرو كثافت $19.3 \times 10^3\ Kg/m^3$ دی. نو اخيستل شوي سره زر سوچه يا خالص نه دي.



پوښتنې:

1 - د سيالونو فشار تل موجه پركوم لوري وي:

a: پورته b: ارخونو ته c: ښكته d: ټولو خواوته

2 - كومه يوه له لاندې معادلو څخه د منتجه قوې (F_{net}) سمه معادله ده چې په ډوب شوي جسم عمل كوي؟

a: $F_{net} = 0$

b: $F_{net} = (\rho_{\text{جسم}} - \rho) g V_{\text{جسم}}$

c: $F_{net} = \rho_f g A(h_2 - h_1)$

d: $F_{net} = (\rho_f + \rho) g V_0$

3 - په څه ډول لامبووهوونكى جسم د صعودي قوې لخوا اغېزمن كيږي؟ بيان يې كړئ.

4 - په اوبو كې د هر ډوب شوي جسم لپاره د ارشميدس صعودي قوه مساوي له څه شي سره ده؟

5 - فولاد د اوبو په پرتله ډېر كثافت لري، نو څرنګه فولادي كښتۍ د اوبو پر مخ لامبووهي؟

6 - له لاندې جسمونو څخه كوم يې له سيمابو څخه په يو ډك ټيوب كې لامبووهي؟

a- د سروزرو يوه جامده ګوټه

b- د يخ يو مكعب

c- د اوسپنې يو پيچ

d- $5ml$ اوبه

مواد	Kg/m^3 كثافت به
يخ	0.917×10^3
اوسپنه	7.86×10^3
سره زر	19.3×10^3
سيماب	13.6×10^3

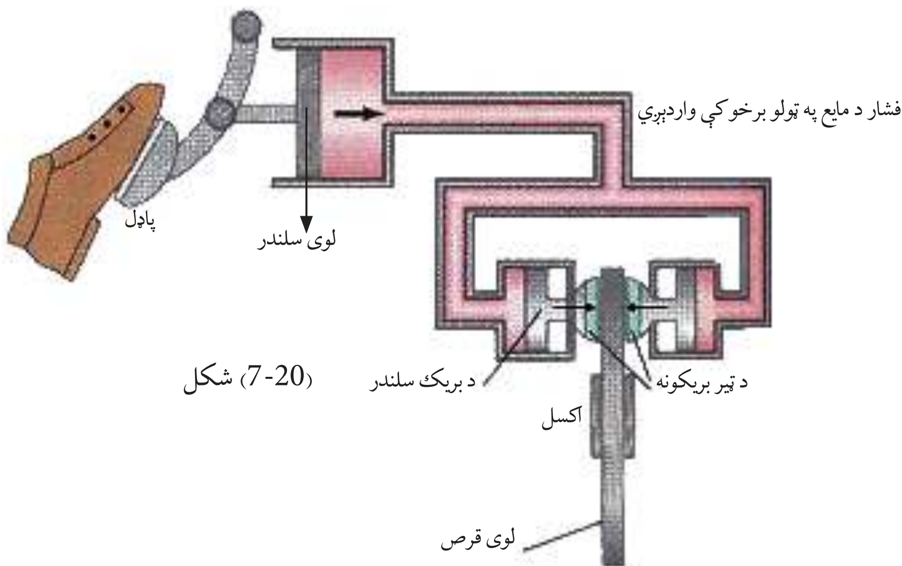
دايروي هايدروليک بريکونه

د يوه موټر پر څلورو ټايرونو د قوو د مساوي تطبيق او پر بريک باندې د قوې د کچې د زياتولو لپاره د پاسکال له قانون څخه ګټه اخېستل شوې ده. دا کار څنګه ترسره کېږي؟

1 - د ډريور پښه پستون ته فشار ورکوي، ترڅو د بريک پر مايع فشار راشي.

2 - فشار د مايع له لارې په پستونونو کې د دايروي لويو قرصونو يا صفحو دواړو خواوته چې د موټر له اکسل سره کلک شوي انتقال کوي.

3 - دا فشار، پستونونه له قرصونو سره لګوي، ترڅو د موټر حرکت ورو شي. فشار د مايع په ټولو برخو کې واردېږي.



(20-7) شکل



د اووم څپرکي لنډيز

1 - سيال د هغو موادو څخه عبارت دی چې جريان کولای شي (بهيږي)، له دې امله ټاکلی شکل نه لري. غازات او مايعات دواړه سيالونه دي.

2 - د سطحې پر واحد د وارده قوې کچه له فشار څخه عبارت ده.

3 - فشار د ژوروالي له زياتېدو سره زياتېږي.

4 - د اتموسفير وزن د فشار د منځته راتلو سبب گرځي چې د اتموسفير فشار په نامه يادېږي.

5 - سيالونه د لوړ فشار له سيمې څخه د ټيټ فشار سيمې ته بهيږي.

6 - پر يو محصور شوي سيال تطبيق شوی فشار د سيال په هره نقطه او د لوښي په جدارونو کې په مساوي توگه انتقال کوي، (د پاسکال قاعده).

7 - صعودي قوه د هغې قوې څخه عبارت ده چې د سيال لخوا مخ په پورته لور پر يوه جسم چې يو څه او يا په بشپړ ډول ډوب شوی وي، عمل کوي.

8 - صعودي قوه په مايع کې د فشار د اختلاف له امله منځته راځي.

9 - د ارشميدس قاعده بيانوي چې ((پر يوه جسم صعودي قوه مساوي ده، د نوموړي جسم په واسطه د بې ځايه شوي سيال له وزن سره)).

10 - په يوه لامبووهونکي جسم د صعودي قوې کچه مساوي ده د جسم له وزن سره (سيستم په تعادل کې دی) او يا په بل عبارت: د سيال يوه سيستم د تعادل په صورت کې په يوه لامبوهونکی جسم د صعودي قوې مقدار د جسم له وزن سره مساوي دی.

د اووم څپرکي پوښتنې

1 - لاندې مفاهیم او کلمې په خپله ژبه تعریف کړئ:
سیال، د اتموسفیر فشار، د ارشمیدس صعودي قوه.
2 - له لاندې بیانیو څخه کومه یوه یې د سیالونو په هکله سمه ده؟
a. ډیر کم سیالونه (په ندرت سره) د هغو لوښو شکل څانته نیسي چې په کې وي.
b. سیالونه مایعات او غازات رانغاړي.
c. سیالونه له ټیټ فشار څخه د لوړ فشار په لوري جریان پیداکوي.
d. سیالونه ډېر فشار په ښکته لوري واردوي.
3 - ولې تاسو د اتموسفیر د فشار له امله نه شکنجه کیږئ؟

مسایل:

4 - د لمبلو د یو ډنډ د قاعدې فشار چې 3m ژور دی، څومره دی؟
(P_{a} $=1.013\times10^{5}$ د اتموسفیر فشار)

5 - د یوې ټوټې فلز وزن په هوا کې $50N$، په اوبو کې $36N$ او په ناڅرګنده مایع کې $41N$ دی. د فلز او ناڅرګندې مایع کثافتونه پیداکړئ؟

6 - ډېرې کښتۍ له پلاستیک او نورو ترکیبي موادو څخه جوړې شوې دي چې کثافت یې د اوبو له کثافت څخه زیات دی، څرنګه دا کښتۍ کولای شي په اوبو کې لامبووهي؟

7 - یو ربړي تش بالون د $(0.012)Kg$ کتلې لرونکی دی. دا بالون د $0^{\circ}c$، په $1atm$ فشار او $(0.179)\ Kg/m^{3}$ کثافت د هیلیوم له ګاز څخه ډک شوی دی. بالون کروي شکل لري او د $0.5m$ شعاع لرونکی دی.

a. پر بالون د صعودي عاملې قوې کچه څومره ده؟

b. پر بالون منتجه عامله قوه حساب کړئ.

په یاد ولرئ چې: $\rho_{air}1.29\ Kg/m^{3}$ او $g=9.8\,m/s^{2}$ دی.

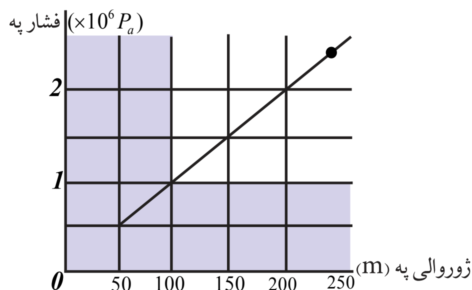
8 - 250m لوړوالي ته د اوبو د پمپ کولو لپاره د تعمیر په ډېره لوړه نقطه کې کوم داخلي فشار (P_G) ته اړتیا ده، ترڅو اوبه د تعمیر له قاعدې څخه نومورې ارتفاع ته ورسوي؟ د اوبو کثافت $10^{3}kg/m^{2}$ او $g=9.8\,m/s^{2}$ دی.

9 - يو ساده يو (u) ډوله ښېښه يي ټيوب د سيمابو لرونکی دی، د ټيوب ښي اړخ ستون ته يو څه اوبه واچوئ، ترڅو د ستون ارتفاع $0,68m$ ته ورسېږي، سيماب به په کينه خوا ستون کې له خپلې اصلي سطحې څخه ترکومې ارتفاع پورې پورته لاړشي؟

$\rho_{Hg} = 13600\,Kg/m^3$ او $\rho_W = 1\times10^3\,Kg/m^3$

10 - تاسو به ليدلي وي چې د بندونو قاعدې د هغو د پورتنيو برخو په نسبت ضخيمې جوړوي. ولې؟ تشريح يې کړئ.

11 - لاندې ګراف د اوبو فشار چې د يو ساينس پوه لخوا د بحر په بيلابيلو ژوروالو کې اندازه شوی دی ښيي. له دې ګراف څخه په ګټې اخيستلو، لاندې پوښتنو ته ځوابونه ووايې.



1. فشار پر يوه جسم کله چې د اوبو په $100m$ ژوروالي کې وي، څومره دی؟

(a $1.0\times10^6 P_a$ (b $1.5\times10^6 P_a$

(c $2.0\times10^6 P_a$ (d $1.1\times10^6 P_a$

2. په ګراف کې د ثبت شوو ارقامو پربنسټ له لاندې فشارونو څخه به کوم يو تر بحر لاندې د اوبو په $250m$ ژوروالي کې د فشار لپاره ډېر ښه تخمين وي؟

(a $1.7\times10^6 P_a$ (b $2.6\times10^6 P_a$

(c $2.2\times10^6 P_a$ (d $5.0\times10^6 P_a$

12 - دوه استوانه يي لوښي په نظر کې ونيسئ چې دواړه د A په مساحت د همدې يوې قاعدې لرونکي وي او په يوه سطحه کې واقع دي. سلنډرونه د (ρ) په کثافت د يوې مايع لرونکي دي، خو په يوه سلنډر کې د مايع ارتفاع (h_1) او په دويم سلنډر کې (h_2) ده. د جاذبې قوې لخوا څومره کار ترسره شي، ترڅو د دواړو سلنډرونو سطحې په تعادل کې راولي، يعنې د عين ارتفاع لرونکي شي؟ (البته هغه وخت چې دواړه سلنډرونه سره وصل شي).

متحرک یا خوځنده سیالونه

8-1: خیالي (ایډیال) سیالونه

په خوځنده مایعاتو اوګازاتو کې د تشابه او یا توپیرونو اړخونه اوځانګړتیاوې:



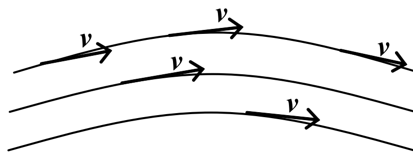


پوهیږئ چې سیال د موادو هغه حالت ته وایي چې د مایع اوګاز په حالت کې وي، سیال د مایعاتو او ګازاتو شریک نوم دی. د هغو ترمنځ مشابه ځانګړتیاوې او هم د ځانګړتیا توپیرونه شته دي. مایعات که د سکون په حالت کې وي او یا د حرکت په حال کې متراکم کېږي نه، یعنې د مایع جسم د فشار له امله بدلون نه کوي. برعکس د یوی کچې ګازو جسم چې په یوه تړلي محفظه کې ځای پر ځای شوي او د سکون په حالت کې وي، د فشار له امله بدلون کوي، خو کله چې ګاز د جریان په حالت کې وي، هغه کولای شو غیر متراکم ومنو.

کله چې دګاز د حرکت سرعت، د صوت له سرعت څخه لږ وي، د متحرکوګازاتو پر جسم د فشار د بدلونونو اغېزه تر هغه حده کمه ده چې کولای شو تری صرف نظر وکړو. هغه قوانین چې د متحرکو ګازاتو لپاره تطبیق کېږي، د متحرکو مایعاتو لپاره هم د تطبیق وړتیا لري، خو بیا هم که چېرې د سیال د ذرو د حرکت سرعت د صوت له سرعت څخه زیات شي، مثلاً د انفجار په څېر حالتونو کې او یا په هغو حالتونو کې چې دګاز غلظت په ډېره ټیټه سطحه کې واقع وي. د مثال په توګه: که چیرې له (0.7mbar) ملی بار څخه په کم فشار په هغو نلونو کې چې قطر یې له (7mm) ملي متر څخه زیاد وي. د مایعاتو اوګازاتو مطالعه ترګډو او یو شان قواعدو لاندې شونې نه ده.

يو سيال (مايع، گاز) ته هغه مهال خيالي (ايډيال) ويلای شو چې پرته له اصطکاکه وي او د تراکم وړتيا ونه لري.

د سرعت وکتور د وخت د تابع (t) په توگه ټاکل شوی دی، د (V) د وکتورونو مجموعه چې د نوموړو ټولو فضايي نقطو رانغاړوونکي ده، د سرعت د وکتور ساحه تشکيلوي.



(8-1) شکل

په متحرکو مايعاتو کې خطونه داسې تېرېږي چې د (V) سرعت له وکتور سره په هره نقطه کې مماس وي او دا خطونه د جريان د خطونو په نامه يادوي.

تجربه

تجربه: ذرې له يوې متحركې مايع سره چې له يوه نل څخه تيرېږي، مخلوط كوو، داسې چې ددې ذرو كثافت په خپلو كې ډېر كم توپير ولري. اوس د مايع د جريان حالت د مايع په منځ كې د ذرو له حركت څخه په ګټې اخيستلو، د عكاسۍ د يوې دستګاه پرمټ چې وكولای شي د ډېرو لنډو وختونو لپاره عكاسي وكړي، تر مطالعې لاندې نيسو، په عكسونو كې مخلوط شوي ذرات هر يو د خپل سرعت له كچې سره سم يو اوږد يا لنډ خط ښيي، چې په حقيقت كې همغه د جريانونو خطونه دي. همدارنګه په عكسونو كې ليدل كېږي چې څومره چې ديوې مايع د جريان مسير كوچنی كېږي، يعنې د هغه نل قطر چې مايع ترې تيرېږي، كوچنی كېږي، په همغه تناسب د جريان خطونه يو له بله سره نژدې واقع كېږي او كه چيرې قطر لوی شي، د خطونو ترمنځ واټن زياتېږي.

په ډېرو جريانونو كې د جريان د خطونو تصوير په مختلفو وختونو كې يو شان پاتې كېږي. داسې چې د مايع هره ذره، د فضا يوه مطلوبه نقطه په عين سرعت سره عبور كوي. په دې جريانونو كې د ذرو د سرعت كميت او لوري چې له مايع څخه تيرېږي، مساوي دي او هغه شخص چې ليدونكی دی، تل له جريان څخه عين تصوير په خپلو سترګو ګوري چې دې ډول جريان ته مستقر جريان وايي.

په دې ډول جريانونو كې د مايعاتو د جريان هيڅ يو كميت لكه (فشار، سرعت، اصطكاك، د عبوري مايع كچه) د وخت تابع نه دي. كه چيرې دا كميتونه د مايع په يو جريان كې د وخت په تيريدو سره بدلون ومومي، دې مايع ته غير مستقره مايع وايي. د مايع هغه برخه چې د جريان د خطونو لخوا محدودېږي، د جريان د لولې په نامه يادېږي. د مايع سرعت وكتور (V) چې په هره نقطه كې د جريان پر خط مماس دی، د جريان د لولو پر سطحې هم مماس وي او دا ددې لامل كېږي چې د مايع ذرې د خپل حركت پر مهال د جريان د لولې ديوالونه قطع نه كړي.

8-2: د متمادیت معادله

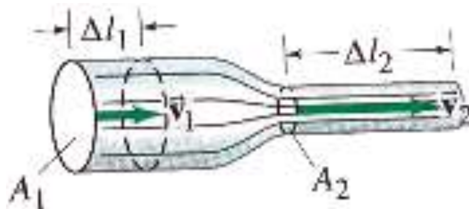
که چېرې یو مایع چې د تراکم وړ نه ده، کثافت او حجم یې ثابت دی. له یو نله څخه چې (A_2, A_1 او....) د مختلفو مقاطعو لرونکی وي، تېر شي د جریان سرعت (V_2, V_1 او....) بدلون کوي لکه څنګه چې د ($A.V$) کمیت حاصل ضرب د جریان په هره مقطع کې ثابته پاتې کېږي یعنې:

$$A.V = Cost \quad \text{او} \quad A_1V_1 = A_2V_2.....$$

له وروستی رابطې څخه دا پایله ترلاسه کېږي چې د (A) د نل مقطع غټوالی د مایع د (V) جریان له سرعت سره معکوس نسبت لري که چیرې وروستنۍ رابطې ته بدلون ورکړو

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

پورتنۍ رابطه د متمادیت یا پیوستګی (تسلسل) معادلې په نامه یادوي، چې د ایټالوي عالم برنولی ثابته کړل چې:
په یو داسې نل کې چې د بېلابېلو مقطعو لرونکی دي، د مایع د جریان سرعت معکوساً د نل له مقطع سره تناسب دی.
یعنې په لویه مقطع کې د جریان سرعت کم او په کوچنۍ مقطع کې د جریان سرعت ډېر دي.
د متمادیت قضیه د واقعي مایعاتو په جریان کې او حتي په ګازونو کې په هغه حالتونو کې د تطبیق وړ ده چې د تراکم له قابلیتو څخه یې تیر شو.



(8-2) شکل

8-3: د برنولي معادله

د يوې مايع جريان د سرعت اړيکې مو له فشار او مقطع سره د تسلسل (پيوستګی) او متماديت په قضيه کې وليدلې، اوس دا رابطه د برنولي په قانون کې مطالعه کوو.

په يو سيال کې چې له اصطکاک څخه په کې صرف نظر شوی وي، د انرژي د تحفظ له قانون څخه په ګټې اخېستلو سره کولای شو د هغو کميتونو ترمنځ چې د سيال جريان مشخص کوي، بنسټيزه رابطه لاس ته راوړو. ددې مطلب د لا توضيح کولو لپاره يوه خيالي مايع په نظر کې نيسو. چې په ثابت او يو ډول په يو نل کې جريان لري. په دې مايع کې د يو جريان يوه لوله چې کوچنۍ مقطع لري، مطالعه کوو.

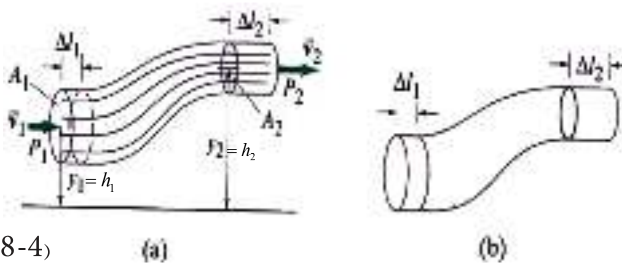
د (8-4) شکل ته پام وکړئ. هغه حجمونه چې مايع په کې جريان لري، له يوې خوا د جريان د لولې د ديوالونو او له بلې خوا د A_1 او A_2 مقطعو لخوا چې د جريان په خطونو عمود دی، محدود شوي دي.

ددې نل په ټولو برخو کې چې مايع يې له منځ څخه تېرېږي، فشار شتون لري. د بېلګې په توګه: د A_1 په موقعيت کې د P_1 فشار او د A_2 په موقعيت کې د P_2 فشار عمل کوي. که د هغې مايع د جريان له کبله چې له شا څخه راځي د A_1 مقطع د A_1 موقعيت ته يو وړل شي، هغه کار چې ددې موخې لپاره اړين دی په لاندې ډول افاده کېږي:

$$W = F_1 \cdot l_1$$

$$W = P_1 A_1 l_1 = P_1 A_1 v_1 t$$

څرنګه چې $A_1 v_1 t = V$ (د مايع حجم) (د مايع سرعت) دي، نو کولای شو وليکو: $W = P_1 \cdot V ....(1)$



شکل (8-4)

که چيرې د يوې مايع کچه چې د A_1 او A_2 په مقطعو کې جريان لري، په پام کې ونيسو، د (W) کار د نسبي يا جزيي کارونو د رامنځ ته کېدو سبب ګرځي داسې چې:

1 - د A_2 مقطع د P_2 د فشار له کبله د A_2' موقعيت ته داسې رغړول کېږي چې هغه حجم چې د A_2 او A_2' مقاطعو ترمنځ شتون لري، عين همغه د V قيمت لري چې د A_1 او A_1' د مقاطعو ترمنځ يې درلود او د اړتيا وړ کار عبارت له W_1 څخه دی:

$$W_1 = F_2 \cdot L_2 = P_2 \cdot A_2 \cdot v_2 \cdot t = P_2 \cdot A_2 \cdot L_2 = P_2 \cdot V ......(2)$$

2 - د V په حجم یوه اندازه مایع د h_1 له ارتفاع څخه داسې موقعیت ته راوړل کېږي چې د h_2 ارتفاع لري. نو هغه کار چې ددې موخې لپاره اړین دی، عبارت له W_2 څخه دی:

$$W_2 = mg(h_2 - h_1) \quad \text{او} \quad m = \rho \cdot V$$
$$W_2 = \rho \cdot V \cdot g(h_2 - h_1) \;.......(3)$$

3 - هغه اندازه مایع چې په لاندېنۍ سطحه کې ده، د v_1 سرعت لري او حرکي انرژي یې عبارت دی له:

$$E_{K1} = mv_1^2 / 2$$

څرنګه چې دا اندازه مایع په لاندېنۍ سطحه کې زېښبل (فشرده) کېږي، هغې ته مساوي اندازه مایع په پورتنۍ حجم کې د v_2 له سرعت او $E_{K2} = mv_2^2 / 2$ حرکي انرژۍ سره نفوذ کوي. د حرکي انرژۍ د کچې د زیاتولو لپاره د اړتیا وړ کار عبارت دی له: $W_3 = ½ mv_2^2 + ½ mv_1^2 ....(4)$

که چېرې د انرژۍ له هغې کچې څخه چې د نل د جدار او مایع د ذرو ترمنځ د اصطکاک د بې اغېزې کولو لپاره د نل په اوږدو کې اړینه ده صرف نظرو شي، د برنولي قانون $W = W_1 + W_2 + W_3$ له رابطې څخه په دې ډول په لاس راځي: $P_1V = (p_2V) + (V\rho\, g\, h_2 - V\rho\, g\, h_1) + (1/2mV_2^2 - 1/2\, mV_1^2)$

که چېرې د $m = V\rho$ پرځای تعویض شي او ټوله معادله په V سره اختصار شي لرو چې:

$$p_1 = p_2 + \rho\, g\, h_2 - \rho\, g\, h_1 + 1/2\,\rho\, V_2^2 - 1/2\,\rho\, V_1^2$$

موږ کولای شو پورتنۍ افاده ترتیب او آسانه کړو، د برنولي قانون د جریان په هکله په دې ډول لاسته راوړو: $P_1 + \rho\, gh_1 + 1/2\,\rho V_1^2 = P_2 + \rho\, gh_2 + 1/2\,\rho V_2^2$

دا قانون نه یوازې دا چې د یوې مایع په هکله چې د یوه نل په منځ کې جریان لري صدق کوي، بلکې د هغو مایعاتو په هکله چې په آزاده توګه او یا هم د یوې مایع د ذرو په هکله چې د ریښو په بڼه د نلولونو ترمنځ یو دبل ترڅنګ پرته له دې چې یو له بل سره مخلوط شي جریان ولري، د تطبیق وړتیا لري.

که چېرې په یو جریان کې د h_1 او h_2 ارتفاع سره مساوي او یا یو له بله څخه ډېر کم توپیر ولري، د $\rho\, gh_1$ او $\rho\, gh_2$ اجزاء په معادله کې یو اوبل افنا کوي او له اغېزو څخه یې کولای شو صرف نظر وکړو.

باید وویل شي چې له وروستنۍ ساده افادې څخه ترټولو دمخه په ګازاتو کې ګټه اخېستل کېږي، ځکه چې د ګازاتو کثافت کوچنی دی. د برنولي د قانون په ساده رابطه کې دا شکل ځانته نیسي:

$$P_1 + \frac{\rho\, v_1^2}{2} = P_2 + \frac{\rho\, v_2^2}{2}$$

پورتنۍ افاده دا بیانوي چې فشار په هغه نقطو کې کم دی چېرته چې سرعت ډېروي. د A_1 او A_2 مقطع ګانې په کیفي ډول انتخاب شوي دي او ویلای شو، د لولې په هره مقطع کې د$(\rho\, v^2/2 + \rho\, gh + p)$ د جریان افاده د عین قیمت لرونکې ده.

ددې لپاره چې په پورته معادله کې ډېر دقت رامنځ ته شي، د A عرضاني مقطع صفر ته تقرب ورکوو چې په دې صورت کې د جریان لوله د جریان یو خط ته تقرب کوي او د P , V او h کمیتونه چې د معادلې دواړو خواوو ته شتون لري، کیدای شي داسې تلقي شي چې د جریان همدا عین خط له دوو کیفي نقطو سره تعلق لري، په پایله کې ښیي چې د جریان د هر خط په اوږدو کې په یوه خیالي مایع کې دغه شرط صدق کوي. $\rho\, v^2/2 + \rho\, gh + p = ct$ وروستنۍ رابطه د برنولي د معادلې بل شکل دی.

موږ دغه معادله د یوې خیالي مایع لپاره لاس ته راوړه چې د حقیقې مایعاتو لپاره چې داخلي اصطکاک یې ډېر زیات نه دی هم د تطبیق قابلیت لري.

فشار د اوبو د بنداړ په قاعده کې

یو بل حالت چې موږ د سیال جریان د سرعت اړیکې له فشار او د مقطع له مساحت سره مشاهده کوو، د اوبو بند دي.

فرض کوو چې د یوې مایع په وړاندې چې په افقي ډول جریان لري، یو بند جوړ شي. په هغه صورت کې طبیعي ده چې د هغه زیات فشار له کبله چې د بند په کاسه کې منځ ته راځي. مایع د سکون حالت ته ورګرځي. دغه د ډېر فشار تولیدیدل د بند د فشار په نامه یادېږي او په $\mathrm{P_s}$ ښودل کېږي چې عبارت دي له: $p_2 - p_1 = p_s$ دا فشار هغه مهال کولای شو محاسبه کړو چې د برنولي په معادله کې $v_2 = 0$ سره تعویض شي. په هغه صورت کې به ولرو چې: $p_s = p_2 - p_1 = 1/2\, \rho\, v_1^{\,2}$

د $(1/2\, \rho v^2)$ د بند د فشار قیمت ورکوي چې کولای شو هغه په یوه نقطه کې چې د V سرعت لري، د جریان په ودرولو سره لاس ته راوړو. دا فشار د بند په ټولو نورو نقطو کې د بند د فشار مشخص کوونکی دی، نو ددې له مخې به په افقي جریان کې کولای شو د برنولي قانون داسې بیان کړو:

د یو افقي جریان په ټول بهیر کې د P د فشار مجموعه او د $(1/2\, \rho v^2)$ بند فشار ثابت دي.

د بند د فشار د مفهوم په درک کولو سره، اوس کولای شو چې په عددي توګه حساب کړو چې په متحرکو ګازونو کې د فشار توپیرونه ترکومه حده پورته ځي.

مثال

د هوا کثافت له $\rho = 0{,}125\, kg/m3$ څخه عبارت دي او په لوړو سرعتونو کې $v = 40\, m/\sec$

$$Ps = 1/2\, \rho\, v^2 = 1/2 \cdot 0{,}125 kg/m3 \cdot 1600\, {m^2}/{s^2} = 100 kgm/{s^2}/{m^2} = 100 N/m^2$$

$$= 100 P_a = 0.001 bar$$

په هغه صورت کې چې د جریان سرعت په دې توګه یو لوړ قیمت ولري. فشار د هوا د نورمال فشار یوازې 1% دي. د حجم توپیر هم په همدې تناسب کوچنی وي. له همدې کبله متحرک ګازونه د تراکم کیدو ورنه ګڼل کېږي.

مثال: یو ربړي پیپ چې په باغچه کې ترې ګټه اخېستل کېږي، د $d_1 = 12{,}7mm$ قطر لرونکی دی. ددې پیپ په اخره برخه کې یوه بله وصلیه ټوټه شتون لري چې دننه قطریې د نل (اخري سوري) ترخولې پورې $d_2 = 5mm$ ورو ورو تنګېږي. کله چې اوبه دې وصل شوي ټوټې ته ورسېږي. فشار یې د شاوخوا چاپېر په وړاندې $1{,}8bar$ دی. د اوبو د وتلو سرعت محاسبه کړئ، (په هغه صورت کې چې له اصطکاک څخه صرف نظر وشي).

اوبه د x په کومه فاصله کې ځمکې ته رسېږي؟ په هغه صورت کې چې د پیپ خوله له افقي محور سره د $y = 1m$ په ارتفاع د ځمکې له سطحې څخه واقع شي، (د اوبو کثافت $1000kg/m^3$ په نظر کې ونیسئ).

حل: د برنولي او متمادیت قانون پربنسټ چې د پیپ د پیل او پای په نقطو (جټ باندې) تطبیق کېږي، لرو چې:

$p_1 + 1/2\,\rho v_1^{\,2} = p_2 + 1/2\,\rho v_2^{\,2}$ یا

$$\Rightarrow 1/2\,\rho\,(v_2^{\,2} - v_1^{\,2}) = p_1 - p_2 \Rightarrow v_2^{\,2} - v_1^{\,2} = 2/\rho\,(p_1 - p_2)$$

له بله پلوه د متمادیت له معادلې څخه لرو:

$$v_2 A_2 = v_1 A_1$$

$$v_1 = \frac{v_2 A_2}{A_1} = v_2\left(\frac{\pi\, r_2^{\,2}}{\pi\, r_1^{\,2}}\right)$$

$$v_1 = v_2\left[\frac{d_2/2}{d_1/2}\right]^2 = v_2\left(\frac{d_2}{2}\cdot\frac{2}{d_1}\right)^2$$

$$v_1 = v_2\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

د دواړو اړخونو د مربع کولو په صورت کې لرو چې: $V_1^{\,2} = V_2^{\,2}(d_2/d_1)^4$

که چېرې د $v_1^{\,2}$ قیمت چې پورته مو په لاس راوړی دی، په وروستی معادله کې یې پرځای وضع کړو، لرو چې:

$$V_2^{\,2}\left[1 - (d_2/d_1)^4\right] = 2/\rho\,(p_1 - p_2)$$

$$d_2/d_1 = 5mm/12{,}7mm = 0{,}394 \quad , \qquad 2/\rho = 2m^3/1000kg = 0{,}002\,m^3/kg$$

$$p_1 - p_2 = 1{,}8bar = 1{,}8\cdot 10^5\,N/m^2$$

په پورتنیو معادلو کې ددې قیمتونو له ځای پرځای کولو څخه د v_2 قیمت لاس ته راوړو:

$$v_2^{\,2} = (0{,}002\,m^3/kg\cdot 1{,}8\cdot 10^5\,N/m^2)/(1 - 0{,}394^4) = (360m^2/s^2)/0{,}976 = 368{,}852\,m^2/s^2$$

$$v_2 = 19{,}205\,m/s$$

له افقي غورځونې څخه پوهېږو چې:

$$X = v_2\cdot t \qquad\qquad y = -\tfrac{1}{2}g\cdot t^2 = -1m \Rightarrow t^2 = 2/s \Rightarrow t = \sqrt{2/g}$$

$$t = \sqrt{2m/9{,}81\,m/s^2} = 0{,}45s \Rightarrow \;\; x = 19.205m/s \times 0.45s = 8{,}64m$$

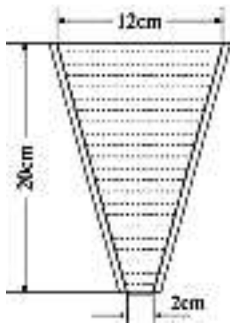


پوښتنې

1. د فشــار توپير پيداکړئ، په هغه صورت کې چې د يو نل د دوو ســرونو ترمنځ د نل د مقطع مســاحت له $15cm^2$ څخه $5cm^2$ ته تنقيص کړای شي او په هره ثانيه کې $1,8liter$ بنزين له $0,7\,kg/dm^3$ کثافت سره تري تېر شي.
2. د يو قيف ډوللي لوښي قطر له $20cm$ ارتفاع سره، له پورتني $d_1 = 12cm$ قيمت څخه کښتني قيمت $d_2 = 2cm$ ته کمېږي، په کومه کچه د فشار توپير د پورتنيو او ښکتنيو مقطعو ترمنځ رامنځ ته کېږي؟ که چېرې:

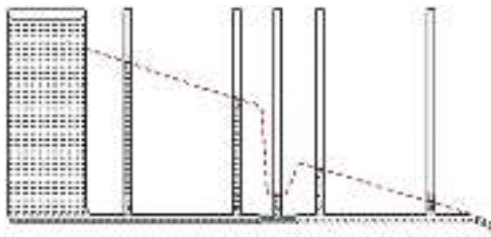
a. لوښي په بشپړ ډول له ساکنو اوبو څخه ډک وي.

b. په هره ثانيه کې 0.3 ليتره اوبه له لوښي څخه تېرې شي.



8-4: د برنولي د قانون تطبيقات

په اوسني لوست کې د برنولي د قانون دکاروني څو مورده مطالعه کوو چې لومړنی يې د ځيښلو(چوشش) د اغېز منځ ته راتلل دي.



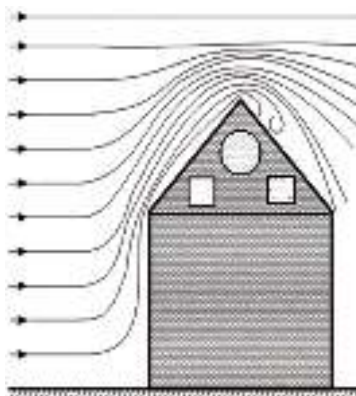
(8-5) شکل

له وروستۍ افادې څخه چې د برنولي قانون ته ورکړل شوه، داسې پايله ترلاسه شوې ده چې په هغه ټولو حالاتو کې چې لوړ فشار لري، د جريان سرعت د ټيټ قيمت لرونکی دی او برعکس د ټيټ فشار په شتون سره د جريان سرعت لوړ قيمت لري. د متماديت د قانون پربنسټ د جريان سرعت په تنگو موقعيتونو کې ډېر دی.

په دې موقعيتونو کې برعکس، هغه څه چې تېروتنې يې منل شوي دي، د فشار يو تناقص موجود دی. دغه ويناکولای شو په (8-5) شکل کې د ليدلو وړ وگرځو. که چيرې له يو نل سره چې د تنگ محل يا معبر لرونکی وي، څو نري نور نلونه د مايعاتو د فشار سنج په توگه برابر کړو، د هغې ارتفاع اندازه چې مايع په هر نل کې پورته تللی، د هغه فشار د کچې ښودونکې ده چې په نومړو نلونو کې شتون لري. لکه چې ليدل کېږي، په هغو موقعيتونو کې چې نلونه نري دي، د مايع سطحه په نل کې ټيټه ده او په پايله کې ويلای شو چې په نومړو موقعيتونو کې فشار ټيټ دی. دا واقعيت هغه سوال ته چې ولې په ځينو مايعاتو کې د ځيښلو (چوشش) اغېزه شتون لري؟ ځواب ورکوي.

دې موضوع ته له یوه بل مثال سره دوام ورکوو:

د باد یو طوفان پر یو تعمیر الوځي، لکه چې په (8-6) شکل کې په څرګنده توګه لیدل کېږي، کله چې د هواکتلې د تعمیر په هغو برخو کې چې ځمکې ته نژدې دي لګېږي، برک کېږي یا دا چې سرعت یې کمېږي. یعنې د A د موقعیت په ساحو کې د سرعت قیمت کم دی، خو د فشار قیمت لوړ دی. له دې امله د هواکتلې اړمندې (مجبورې) دي چې پورته خواته حرکت وکړي او د تعمیر له بام څخه تېرېږي. د B د موقعیت په ساحو کې د هوا د بهیر په مسیر کې د هوا د بهیر د مقطع یو تنقیص او د بهیر د سرعت تزاید منځته راځي ... له همدې امله دي چې د ځواکمنو طوفانونو د الوتلو پرمهال نه یوازې د تعمیرونو بامونه نه فشرده کېږي، بلکې پورته خواته غورځول کیږي.

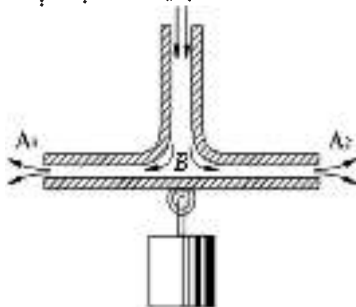


(8-6) شکل

مثال

د ځبېښلو(چوشش) اغېز د یو بل اثر په ارایه کولو چې د «هایدروډینامیک پارادوکس» ښکارندې په نامه یادېږي، تر بحث لاندې نیسو چې د ځبېښلو یا رودلو اغېز په سیالونو کې په څرګنده توګه د لیدلو وړ ګرځوي.

له یو ډېر نري نل (جټ) څخه د هوا بهیر تېرېږي او له یوې تنګې فضا څخه چې د دوو پلېټونو چې یو د بل پرمخ ایښي دي، تېرېږي. لکه څنګه چې په شکل کې لیدل کېږي، څرنګه چې د A_1A_2 ساحه کې د پلېټونو ترمنځ د هوا فشار شتون لري، له همدې کبله ده چې فشار په ډېره تنګه ساحه کې د هغه سورې په شاوخوا کې چې هوا ترې د B ساحې ته داخلېږي او هوا په شدت په کې بهیر لري، د هوا د فشار په پرتله کم دي. لکه چې لیدل کېږي، ښکتنی پلېټ لکه څنګه چې هیله کېږي، د هوا د بهیر له امله نه یوازې دا چې نه ټیله کیږي، بلکې له یوې قوې سره د پورتنی پلېټ لورته راښکل کېږي ان تردې چې یو وزن چې له هغه سره ځړېدلی دی، له ځانه سره راکاږي.



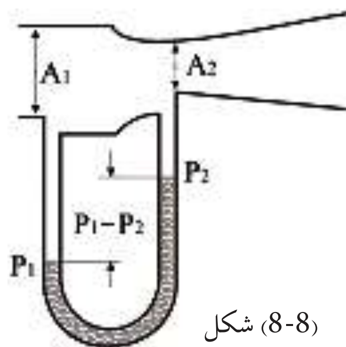
(8-7) شکل

8-5: وينتوري ټيوب - د جريان د سرعت اندازه کول

د برنولي قانون دا آسانتيا رامنځ ته کوي چې کولای شو د مايعاتو او متحرکو ګازاتو د حرکت سرعت اندازه کړو. ددې مقصد لپاره د مايعاتو د بهير پر مهال له نلونو څخه په عمومي ډول له وينتوري ټيوب څخه ګټه اخېستل کېږي.

لکه چې په شکل کې ليدل کېږي، دغه ټيوب له نري نل (جټ) څخه جوړ شوی دی. چې په هغه کې د ډېرو پراخو او ډېرو تنګو (نريو) برخو ترمنځ د فشار توپير، د يو فشار سنج (د مايع مانومتر) پرمټ اندازه کېدای شي. د برنولي د قانون پربنسټ په وينتوري ټيوب کې دغه رابطه صدق کوي.

$$p_1 + 1/2\,\rho\, v_1^{\,2} = p_2 + 1/2\,\rho\, v_2^{\,2}$$



(8-8) شکل

همدارنګه د متماديت د معادلې له مخې لرو چې: $v_2 = v_1 \cdot A_1/A_2$

که چيرې د (A_1/A_2) سطحو نسبت په q وښيو، لرو چې: $v_2 = q \cdot v_1$

او د برنولي په معادله کې ددې افادې په تعويضولو سره لاندې معادله لاس ته راځي:

$$p_1 - p_2 = 1/2\,\rho\, v_2^{\,2} - 1/2\,\rho\, v_1^{\,2} = \frac{1}{2}\rho\,(v_2^{\,2} - v_1^{\,2})$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho\,\left\{(v_1\, A_1/A_2)^2 - v_1^{\,2}\right\}$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho\,\left\{(v_1^{\,2} q^2) - v_1^{\,2}\right\}$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho\,\left\{v_1^{\,2}(q^2 - 1)\right\}$$

$$= \frac{\rho\, v_1^{\,2}}{2}(q^2 - 1) = P_1 - P_2$$

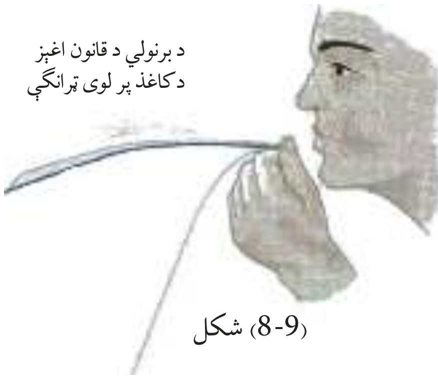
$$v_1^{\,2} = \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho\,(q^2 - 1)}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho\,(q^2 - 1)}}$$

د v_1 له دې قيمت سره همدا راز کولای شو د جريان حجم (V) او يا په يوه ثانيه کې تېره شوې مايع په لاندې توګه محاسبه کړو: $V = A_1 \cdot v_1$ (په يوه ثانيه کې د هغې مايع حجم چې د A_1 له مقطع څخه په $(v_1$ سرعت تېرېږي.

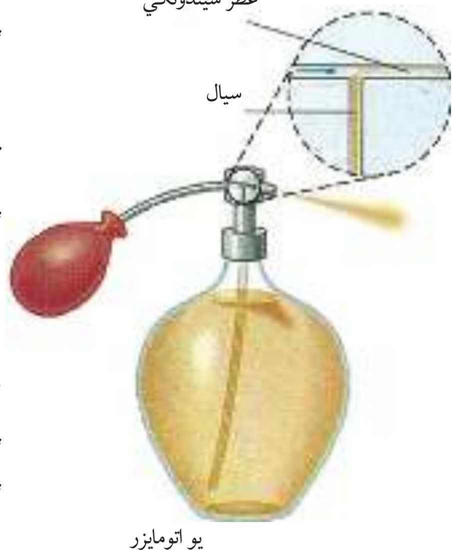
اتومایزر (عطرشیندونکی)

په تېرو بحثونو کې په سیالونو کې د فشار او سرعت ترمنځ له اړیکو سره بلد شوئ او همدارنګه د فشار توپیر مو د سیال په دوو برخو کې په طبیعي شرایطو او حالاتو کې زده کړ. ممکنه ده د سرعت او فشار د اړیکو د ښودلو آسانه لار له پورته خوا څخه د کاغذ پر یوې ټرانګې (ریښې) باندې پوکول دي. که چیرې تاسو کاغذ د (8-9) شکل په څېر کلک ونیسئ او بیایې په پورتنی سطحې پوکې وکړئ، کاغذ له لومړني ځړېدلي حالت څخه مخ په پورته کېږي چې دلیل یې د هوا د سرعت له توپیر څخه عبارت دی. د کاغذ د ټرانګې د پورتنیو او ښکتنیو برخو ترمنځ په پایله کې همدا محصله پورته کوونکې قوه د لفت په څېر عمل کوي او د کاغذ ټرانګه تقریباً د افق تر سطحې پورته کېږي.



(8-9) شکل

دې ته ورته اغېزې په یو اتومایزر (عطرشیندونکي) کې هغه مهال چې ستاسو پر جامو عطر شیندي تر سترګو کېږي. کله چې د مخزن پوکانۍ د (8-10) شکل په څېر د هوا یو تېز باد شوټ کوي، د هوا دغه تند باد مدخل له نري سوري څخه چې د هوا د سرعت زیاتېدو سبب ګرځي تېرېږي.



(8-10) شکل

په پایله کې فشار کمېږي او عطر له متفاوت فشار او د هوا له سیلان سره مخ پورته ټیله کېږي. په بل عبارت څرنګه چې د هوا فشار چې په ډېر سرعت د عطرو د اتومایزر د عمودي ټیوب په پورته لوري لګېدلي دي، د هغې هوا د عادي فشار په نسبت چې د لوښي د داخلي مایع په سطحې عمل کوي، لږ دی، نو د اتموسفیر فشار د ټیوب پورتنۍ برخې ته چې فشار په هغه برخه کم دی عطر ټیله کوي. د یو اتومایزر د کار کړنلاره د برنولي د معادلې څخه په ګټې اخېستلو هم توضیح کیدای شي. د هوایي ستون لوړ سرعت چې د پوکانۍ په فشار ورکولو سره منځ ته راځي، د عمودي ټیوب په پورتنۍ برخه کې یو ټیټ فشار منځ ته راوړي. دا کار ددې لامل ګرځي چې مایع له ټیوب څخه د باندې ډیکه یا وغورځول شي او د هوا له بهیر سره د یوه نري شاور په شان بهر ته شیندل کیږي.

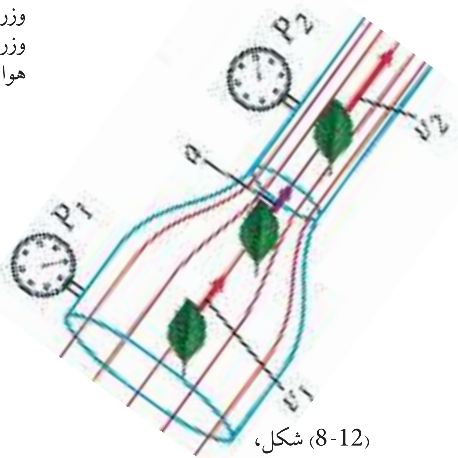
8-6: د الوتکې وزرونه او محرکه او چتوونکې قوه (*Dynamic Lift*)

د الوتکې په وزرونو کې یوه اوچتوونکې قوه عمل کوي چې ددې سبب ګرځي چې هغه په هوا کې اوچتې وساتي او دا هغه مهال واقع کېږي چې الوتکه د هوا په پرتله په کافي توګه په لوړ سرعت حرکت وکړي، لکه څنګه چې په (8-11) شکل کې د هوا د بهیر یو قوي بهیر ښودل شوی چې د الوتکې له وزره سره لګېږي او د هغې لخوا په شدت سره دفع کېږي. (د الوتکې سپرلی د الوتکې په عطالتي نظام کې وي او ددې په خبر دي لکه د الوتکې په وزرونو چې ناستې وي). پورته خواته وزره ته میلان ورکول همغه د پورتنی سطحې ګولوالی دی چې ددې سبب ګرځي، تر څو د الوتکې تر وزره لاندې د هوا د بهیر جریان د یوې قوې په مرسته پورته خواته فشرده شي او د وزره د پورتنی برخې هوا متراکمه شي او د فشار ټيټه ساحه منځ ته راشي.

د سیلان د دوو خطونو د هوا جریان مساحت په هره برخه کې د خطونو یو بل ته په نژدې کیدو سره کمېږي، نو ددې له مخې د متمادیت له معادلې څخه د هوا سرعت د وزره په پورتنی برخه ($A_1V_1 = A_2V_2$) کې چې هلته د سیلان خطونه یو بل ته نژدې کېږي، زیاتېږي.



(8-11) شکل، د الوتکې د وزره د پورته تلو پر مهال موږ د وزره په عطالتي نظام کې یو او د هوا جریان په کې نظاره کوو.



(8-12) شکل، د سیال جریان په هغه نل کې چې متفاوت قطرونه لري

همدارنګه له پخوا څخه په یاد لرئ چې سیلان د خطونو څخه د تراکم له امله د پیپ په نري مقطع کې د هوا سرعت په فشرده شوې برخه کې ډېروي، په (8-12) شکل کې په څرګنده توګه لیدل کېږي.

له دې امله چې د هوا سرعت د وزره په پورتنی برخه کې د هغه له لاندینی برخې څخه ډېر دی، نو ددې له مخې فشارپه پورتنی لوړه برخه کې د هغې تر ښکتنی برخې لږ دی (د برنولي قانون).

د پورته دلیل پربنسټ یوه محصله قوه په پورته لوري د الوتکې پر وزرونو عمل کوي چې د اوچتوونکي (Dynamic Lift) محصله قوې په نامه یادېږي.

تجربې ښیي د وزره د پورتنی برخې د هوا سرعت حتی د وزره د لاندینی برخې د هوا د سرعت دوه چنده هم کیدای شي. (د هوا او وزرونو ترمنځ اصطکاک، شاته د راښکلو قوه تولید وي چې د الوتکې د انجنونو قوه باید پرې غالبه شي).

يو هوار وزر او يا يو وزر له متناظرې مقطع سره تر هغې پورې چې مخکنۍ برخه يې پورته لورته انحنا لري، (د انحنا صعودي زاويې لرونکي دي). د پورته کيدو خپل عمل ته دوام ورکوي. د (8-11) شکل حتى هغه مهال چې د صعودي انحنا زاويه له صفر سره مساوي هم وي وزر بياهم د پورته کيدو په حالت کې ښيي، ځکه چې گول شوي پورتنۍ برخه، هوا پورته خوا ته ټيله کوي مسير ته يې انحنا ورکوي او د سيلان د خطونو يو له بل سره د تراکم سبب گرځي. که چيرې د انحنا صعودي زاويه کافي حد ته ورسيږي چې و کولای شي د سيلان خطونه په پورته لورو را کاږي يا تر فشار لاندې ونيسي، ترڅو يو بل ته ښه نژدې شي، په هغه صورت کې الوتکه سر کونډې (څرخي) وهي (په وزرو را څرخي ....).
که چيرې د انحنا صعودي زاويه د $15°$ درجو په شاوخوا کې وي، د څرخېدو توپان (Turbulence) واقع کيږي. لکه څنگه چې په (8-11) شکل کې ډېر راښکل د شا په لور او د وزره لړ صعود رامنځته شوی، ددې سبب کيږي چې وزر له حرکت څخه ولويږي او الوتکه سقوط وکړي. په بل تحليل، پورته لورته د وزره انحنا دا معنا ورکوي چې هغه هوا چې په افقي توگه د وزره په وړاندې په حرکت کې ده په ښکته لور او د هوا د هغو ماليکولونو په مومنتم کې د بدلون لامل گرځي چې د شا په لورې څرخيږي او په وزره کې د صعودي قوې د توليد سبب کيږي، (د نيوتن دريم قانون).

8-7: لزوجيت

د لزوجيت مفهوم د داخلي اصطکاک قوې (پيدايښت او محاسبه):

موږ په تېرو درسونو کې وويل چې خيالي (ايډيال) مايع هغې مايع ته وايي چې د تراکم وړتيا او اصطکاک ونه لري. همدارنگه زياته موکړه چې خيالي مايع په حقيقت کې شتون نه لري، ځکه چې ټول سيالونه د گازاتو او يا مايعاتو په گډون چې ريښتينې شتون لري، د اصطکاک لرونکي دي او هم تر يوه حده د تراکم وړتيا لري، يعنې په حقيقت کې خيالي مايع يوه مجرده افاده ده. کله چې په مايعاتو کې له اصطکاک څخه غږيږو، موخه مو د هغو څخه داخلي اصطکاک دی. دغه داخلي اصطکاک په يو بل نوم هم يادوي چې په مايع او يا گاز کې عبارت له لزوجيت (نښتل) څخه دي. هره حقيقي مايع او گاز يو څه داخلي لزوجيت لري او دا هغه مهال څرگنديږي چې په مايع او گاز کې حرکت رامنځ ته شي او د هغه لامل د اغېز له قطع کيدو څخه وروسته چې هغه د حرکت د منځته راتلو سبب شي، ورو ورو قطع کيږي. داخلي اصطکاک نه يوازې دا چې له نلونو او د بيرل او نورو په څېر لوښو سره د مايع د سطحو د تماس او يا په مايع کې د شيانو د حرکت پر مهال د هغو د تماس له امله رامنځ ته کيږي، بلکې په خپله د مايع په منځ کې هم کله چې د مايع قشرونه چې د جريان بيلابيل سرعتونه ولري او يو دبل پرمخ بهيږي، هم منځته راځي. له همدې امله دي چې برعکس جامد اجسام چې خارجي اصطکاک لري، دې اصطکاک ته داخلي اصطکاک وايي. د داخلي اصطکاک شتون په مايعاتو کې حتى په خپلو لاسونو هغه مهال حس کوو چې کله يو جسم د مايع په منځ کې په خپل لاس سره په حرکت راولو. موږ په دې حالت کې يو مقاومت حس کوو چې په مايع کې د داخلي اصطکاک له امله رامنځ ته کيږي.



تجربه:

له دې تجربې سره د داخلي اصطکاک اړیکې له مایع سره د جسم د تماس د سطحې له لویوالي، د هغې مایع له ځانګړنو سره چې جریان لري او د مایع د حرکت له سرعت سره کېدای شي تر مطالعې لاندې ونیول شي.



(8-13) شکل

په شکل کې لیدل کېږي چې یوه تجربوي عراده ګۍ چې یو پلیټ ورسره تړل شوی دی، په نظر کې نیسو.
دغه عراده ګۍ د یو وزن پرمټ د اوسپنې پر یو خط راښکل کېږي. د اوسپنې ددې خط لاندې یو کم عرضه لوښي (ټپ) چې له تېلو سره ککړ شوی ایښودل شوی دی. دغه پر تېلو ککړ لوښي تر یوه حده پورته خواته راښکل کېږي چې پلیټ یو څه او یا په بشپړ ډول په کې ډوبېږي.
د ټپ جوړښت داسې دی چې یوه نیمايي یې ($12mm$) سور او بله نیمه برخه یې $6mm$ سور لري. په یو نواخت حرکت کې د راښکلو هغه قوه چې د ځړول شوي وزن له امله منځ ته راځي، د اصطکاک قوې د عین قیمت لرونکې ده چې د پلیټ لخوا منځ ته راغلی. که چیرې وزنه ډېره شي، سرعت زیاتېږي او کله چې پلیټ په مایع کې ژور ښکته ځي، سرعت کمېږي او هم هله سرعت کمېږي چې پیلټ د ټپ له سور ورې برخې څخه د ټپ نرۍ برخې ته رسېږي.

پورتنۍ تجربه هغه تیوري تاییدوي چې له امله یې د داخلي اصطکاک د قوې اړیکې له لاندې کمیتونو سره څرګندېږي.

1 - د مایع د لزوجیت ضریب (η)

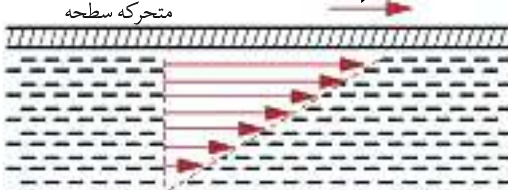
2 - له مایع سره د جسم د تماس سطحې لویوالي.

3 - د $\Delta v/\Delta d$ نسبت چې دغه نسبت د Δv سرعت د تناقص او Δd د ضخامت د کچې څخه لاس ته راځي. Δd د هغې سطحې ضخامت دی چې په یوه وخت حرکت کوي او د مایع د یو ګاونډې قشر سره اړه لري چې د هغې په تعقیب د سرعت کمیدل منځ ته راځي.

د مایع هغه شمېر ذرې چې په مستقیمه توګه د سطحې په ګاونډ کې دي، د دیفوژن (د جسمونو د ذرو آزاد خپریدل) له امله له سطحې سره نښلي او خپل سرعت اخلي او له وروستي قشر څخه یو څه شاته پاتې کېږي. د تماس په هغو سطحو کې چې هوارې دي، د مایع د ذراتو سرعت د d د ټاکلي ضخامت په اندازه د v له بشپړ قیمت څخه په منظم ډول د صفر تر قیمت پورې کمېږي چې په پایله کې د $\Delta v/\Delta d$ نسبت د v/d له کسر سره تعویض کېږي او له دې ځایه څخه کولای شو د داخلي اصطکاک قوې فارمول په لاندې ډول ولیکو:

$$R_i = \eta \; A \, \Delta v/\Delta d \quad \text{یا} \quad \Rightarrow R_i = \eta \cdot A \cdot v/d$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{R_i d}{A \cdot v}$$



(8-14) شکل، د متحرکې سطحې د خطي سرعت تنقیص په مایع کې ښيي.

په پورتني فارمول کې η چې د لزوجيت د ضريب په نامه يادېږي، د هرې مادې لپاره ټاکل شوی دی او يو مهم ثابت دی. دغه ثابت په هغو مايعاتو کې چې په آساني سره جريان کوي لکه: (ايتر، بنزين او هم په اوبو کې) د کم قيمت لرونکی او په هغو مايعاتو کې چې اسان (سهل) جريان نه لري، لکه: (ګليسيرين، ګريس او قير) لوړ قيمت لري. دغه ضريب په عين وخت کې د اندازه کولو يو مقياس دی. د هغه کوهيژن د اندازه کولو لپاره چې د مايعاتو د هر ماليکول په منځ کې موجو دی.
لزوجيت د تودوخې د درجې له لوړېدو سره په شدت کمېږي او د اندازه کولو واحديې د واحدونو په نړيواله کچه عبارت دی له:

$$[\eta] = [R_i d / Av] = Nm/m^2 \cdot m/s = Ns/m^2 = kg\, m/s^2 \cdot s/m^2 = kg/ms$$

لاندې جدول د ځينو جسمونو د لزوجيت ضريب د واحدونو د SI په سيستم د $(\frac{kg}{m \cdot s})$ په واحد راښيي:

اوبه د تودوخي په $o^\circ c$ کې	0.00179	هوا د تودوخي په $20^\circ c$ کې	0.000017	ګريس د تودوخي په $20^\circ c$ کې	1.2...0.1
اوبه د تودوخي په $20^\circ c$ کې	0.00101	هوا د تودوخي په $o^\circ c$ کې	0.000018	ګريس د تودوخي په $80^\circ c$ کې	0.25...0.02
اوبه د تودوخي په $50^\circ c$ کې	0.00055	الکول د تودوخي په $o^\circ c$ کې	0.0018	قير د تودوخي په $20^\circ c$ کې	100 تقريباً
اوبه د تودوخي په $100^\circ c$ کې	0.00029	الکول د تودوخي په $o^\circ c$ کې	0.0012		
ايتر د تودوخي په $20^\circ c$ کې	0.00024	ګليسيرين د تودوخي په $20^\circ c$ کې	1.50		

هغه فارمولونه چې د داخلي اصطکاک او بهرني اصطکاک د محاسبې لپاره ترې ګټه اخيستل کيږي، په لاندې توګه يو له بل سره توپير لري.

$$\text{خارجي اصطکاک} = R_o = \mu \cdot F_N \quad \text{او} \quad \text{داخلي اصطکاک} = R_i = \eta\, A \cdot v/d$$

بهرنی اصطکاک د نورمالې قوې په زياتيدو سره زياتېږي چې پر داخلي اصطکاک هيڅ اغيزه نه لري. ددې پرعکس داخلي اصطکاک د سطحې د مساحت او سرعت په لوېيدو زياتېږي، په داسې حال کې چې بهرنی اصطکاک له دې دوو سره هيڅ ډول اړيکې نه لري.

د لزوجيت د ضريب اندازه کول

د يوې مايع د لزوجيت د ضريب د اندازه کولو لپاره اکثراً له يوې آلې څخه چې د هوپيل ويسکو زيمتر (Hoeppl – Viskosimeter) په نامه يادېږي او په شکل کې ښودل شوی، کار اخلي، ځکه چې له دې آلې او ددې په څېر نوروآلو سره کار کول چې د عين پرنسيپ پربنسټ کار کوي، په اندازه کولو کې ساده توب او لازم دقت تأمينوي.



(8-15) شکل

لکه چې په شکل کې ليدل کېږي، په يوه نل کې چې يو کمزوری کوږوالی لري، يوه کره مخ ښکته سقوط کوي. د تودوخې د درجې د ثابت ساتلو لپاره دغه دستگاه له اوبو څخه په يوه ډک لوښي کې ځای پرځای شوې ده چې د تودوخې درجه يې د يو ترموستات په مرسته په يو ثابت قيمت کنټرول کېږي.

د کرې د سقوط زمان له محاسبه کولو څخه کولای شو لزوجيت لاسته راوړو. له هغو کرو څخه په گټې اخېستلو سره چې مختلف قطرونه لري، له همدې آلې سره د گازونو او هغو موادو لزوجيت په لاس راوړي چې د ډېر لوړ لزوجيت لرونکي وي.

مثال

د گريسو د لزوجيت ضريب محاسبه کړئ، په داسې حال کې چې کثافت يې $\rho_1 = (0.9\,g/cm^3)$ او يوه المونيمي کره (گلوله) له ($\rho_2 = 2.8\,g/cm^3$) کثافت او $2mm$ قطر سره، له $h = 24cm$ ارتفاع څخه د 18 ثانيو په موده کې يې په منځ کې سقوط وکړي.

حل:

يوه کره د گريسو په منځ کې د يوې لنډې فاصلې تر وهلو وروسته، يونواخت حرکت کوي، پوهېږو چې داخلي مقاومت عبارت دی د وزن (W) او صعودي قوې (bouncy) د کچې له حاصل تفريق څخه، يعني:

$$W = mg = \rho_1 \pi \frac{d}{2} \cdot h \cdot g\ , \quad F_b = \rho_2 \pi \frac{d}{2} \cdot h \cdot g \quad , \quad R_i = 6 \cdot \pi \cdot r\eta v = 6 \cdot \pi \cdot r\eta h/t$$

همدارنگه لرو چې: $E_i = W - F_b$

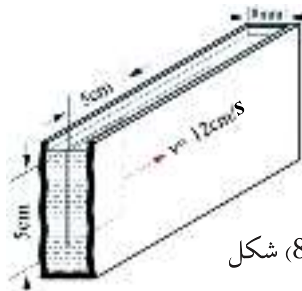
$$\eta = \frac{R_i \cdot t}{6\pi\, r \cdot h} = \frac{(w - F_b) \cdot t}{6\pi \cdot d/2 \cdot h} = \frac{(\rho_1 \cdot \pi \cdot d/2 \cdot h \cdot g - \rho_2 \cdot \pi \cdot d/2 \cdot h \cdot g) \cdot t}{6\pi \cdot d/2 \cdot h}$$

د قيمتونو له وضع کولو څخه وروسته: $\eta = 7g/cms$



پوښتنې:

1 - په يو ټپ کې چې له تېلو څخه ډک شوی، يو نرۍ پليټ چې 8 ملي متره سور او 55 سانتي متره مربع مساحت لري، له 0.1 نيوټن قوې سره د طول په لوري کې راښکل کېږي. د لزوجيت کچه يې محاسبه کړئ، په هغه صورت کې چې کوم سرعت رامنځ ته کېږي، $12\,cm/s$ قيمت ولري.



(8-16) شکل

2 - د يوه موټر په بريک کې له $20cm^3$ گليسرينو څخه کار اخيستل شويدی او د لزوجيت ضريب يې $\eta = 1.5\,Kg/ms$ دی، د يو نل په واسطه چې $12.5cm$ طول او $2.5mm$ قطر لري تر $18.10^6 bar$ يو منځنی توپيري فشار لاندې پرس (کيکاږل) کېږي. هغه زماني موده چې ددې عمليې لپاره په کار ده، محاسبه کړئ.

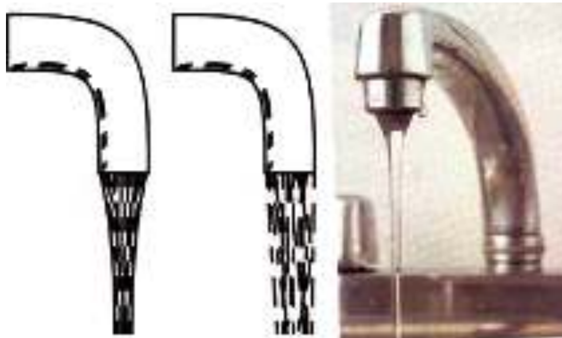
8-8: د طوفاني جريان ښکارنده (پديده)

په مختلفو سرعتونوکې د يوه جريان د واقع کېدو څرنگوالی:

داخلي اصطکاک هغه مهال منځ ته راځي چې د مايع قشرونه چې له مختلفو سرعتونو سره په جريان کې دي، يو د بل له څنگ څخه تېرېږي.

دا پېښه، تر ټولو د مخه د مايعاتو او جامدو اجسامو ترمنځ په هم سرحدو قشرونو کې څرگنديږي. پر دې داخلي اصطکاک د غلبې لپاره يايې د اغېزو د ليرې کولو لپاره، د انرژۍ يوه برخه چې د مايع په جريان کې شتون لري، مصرفېږي.

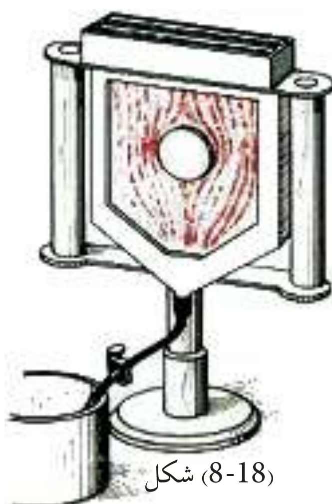
په کوچنيو سرعتونو کې داخلي اصطکاک هم کوچنی دی. نو له دې امله د فشار بدلون او د انرژي ضياع چې د سرعت له کموالي څخه را پيدا شوې، هم تر هغه حده کوچنی دی چې د مايع هغه قشرونه چې يو دبل له څنگ څخه تېرېږي، نه څيرې څيرې کېږي، بلکې يو د بل له اړخه په صاف ډول تېرېږي او جريان ته لامينار (Laminar) وايي.



(8-17) شکل،
له چځکوري (شيردهن) څخه د لامينار او توربلنت بهيرونه

خو د ډېرو سرعتونو په حالت کې چې اصطکاك ډېر قوي دی، د جريان تصوير به د پام وړ ډول ځانته بدلون ورکوي چې په دې حالت کې د اوبو څرخيدل (گرداب) منځته راځي.

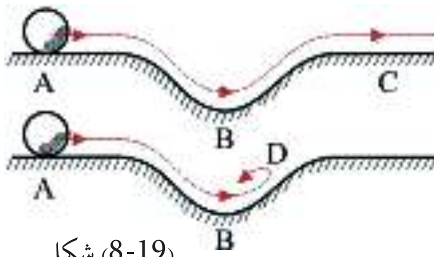
رامنځته شوی جريان د توربولينت (Turbulent) په نامه يادېږي.


(8-18) شکل

که چيرې د اوبو شيردان لږ څه خلاص کړو، اوبه په کراره او نرمی له شيردان څخه خارجېږي او که چيرې شيردان نور هم خلاص کړو، د اوبو بهير يو ټاکلي سرعت ته تر رسېدو وروسته په ناکرارۍ پيل کوي او د اوبو څرخېدل توليد وي. په (8-18) شکل کې هم دا ښکارنده په ډېر ښه ډول په هغه آله کې چې د «جريان د لارو رگونو آلې» په نامه يادېږي، ليدلای شئ. ددې آلې د کار طريقه داسې ده چې بې رنگه شفافې اوبه او سور رنگې اوبه له دوو لوښو څخه په يوه فضاکې چې د دوو ښېښه يي پليټونو ترمنځ وي، له پورته لوري څخه له يو شمېر نريو سوريو څخه چې تيار شوي دي، بهير پيداکوي. د اوبو جريان له سوريو څخه په دې ډول دی چې صفا او رڼې اوبه له لومړي او دريم سوري او سرې رنگه اوبه له دويم او څلورم سوري څخه تېرېږي.

د دواړو مايعاتو د بهير خروجي سرعت له هغه قيد سره چې په پيپونو کې پکار وړل شويدی، کولای شو تنظيم کړو. که چيرې په لوښي کې مانع نه وي، د جريان ريښې د سور رنگه موازې خطونو په څېر تر سترگو کېږي. او که چېرې کومه مانع هم وي. د دوو رنگو اختلاط بياهم نه تر سترگو کېږي. هغه څه چې ليدل کېږي د جريان د متجانسو رشتو له يو عبور څخه عبارت دی چې په دواړه خواو کې يې صورت موندلي دي. که چيرې قيد خلاص کړو، يعنې د مايع د بهير سرعت لوړ کړو، ليدل کيږي چې يو ټاکلي قيمت ته د سرعت په رسيدو سره ناڅاپه د اوبو څرخېدل (گرداب) ښکاره کيږي او دواړه رنگونه په بشپړه توگه له يوه بل سره مخلوط کيږي.

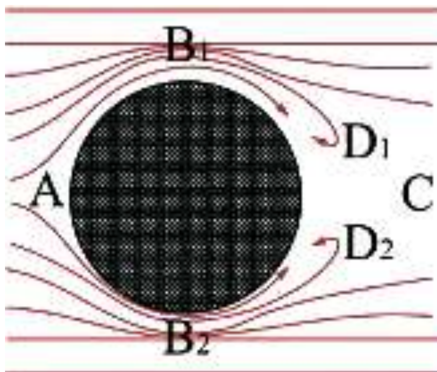
د گردابونو پیداکیدل



(8-19) شکل

د گردابو پیدایښت کولای شو په آسانۍ له یوې میخانیکي عملیې سره په پرتله کولو د پوهېدو وړ وگرځو. که چېرې یوه کره د یو بلول په منځ کې د جریان په مسیر کې راشي، دغه کره د رغړېدو پر مهال خپله پوتانسیلي انرژي له لاسه ورکوي او ورسره یو ځای یې په سرعت کې زیاتوالی منځته راځي، شکل ته پام وکړئ.

کله چې کره منحني مخ په پورته وهي، له سرعت څخه یې کمېږي. ددې سرعت قیمت که له اصطکاک څخه تېر شو د C په نقطه کې عین همغه قیمت لري چې په پیل کې یې د A په نقطه کې درلود. که چیرې د اصطکاک قیمت کم هم وي، کره یو څه پورته ځي، خو د سرعت قیمت د C په نقطه کې د A نقطې د سرعت په نسبت کم دی.



(8-20) شکل

که چېرې انرژي د اصطکاک له امله ډېره ضایع شي، هغه حرکي انرژي چې باید د B په نقطه کې وي، ترڅو کُره پورته یوسي او هغه C نقطې ته ورسوي، کفایت نه کوي او کره تر D نقطې رسیږي او سرعت یې په هغه نقطه کې مساوي له صفر سره کېږي او ناچاره بېرته گرځي. عین مناسبتونه په هغه حالت کې شته، کله چې یوه مایع له یوې مانع سره مخ شي، مثلاً که چیرې یوه مایع له یوې استوانې سره ولگیږي او له بهرني سطحې څخه یې تېر شي، (8-20) شکل.

لیدل کېږي چې د B_1 او B_2 ساحې محدودې او تنگې دي، نو د متمادیت د معادلې له نظره د سرعت قیمت زیاتېږي او د فشار قیمت کمېږي.

که چېرې اصطکاک شتون ونه لري، د سرعتونو او فشار قیمت د C په نقطه کې یو ځل بیا په همغه اندازه وي چې د A په نقطه کې وو.

په لړو اصطکاکونو کې لومړی غیر مهم بدلونونه منځ ته راځي، خو کله چې د سرعت قیمت ډېروي،

داخلي اصطکاک پورته ځي او په پای کې داسې حالت منځ ته راځي چې د مایع ذرې د B_1 او B_2 په ساحو کې نور هغه حرکي کافي انرژي نه لري، ترڅو د لوړ فشار په وړاندې د C په ساحه کې حرکت ته دوام ورکړي، خو سرعت يې کمېږي او په پای کې د D_1 او D_2 په څېر ساحو کې صفر ته تقرب کوي او په پایله کې د مایع ذرې بیرته راګرځي او شاته جریان پیداکړي. د بېرته راګرځېدو پر مهال په دوران پیل کوي او ګرداب تشکیلوي. یعنې هغه مایع چې مخکې یوه لامینار مایع وه، دادې په یوه توربولينټ مایع تبدیله شوې ده. هغه ګردابونه چې له دواړو خواو څخه په پرله پسې توګه منځ ته راځي او د مانع شاته اصطلاحاً یوه ګردابي لاره جوړوي.



د اتم څپرکي لنډيز

• کله چې د ګاز د حرکت سرعت د صوت له سرعت څخه کم وي، د متحرکو ګازونو پر حجم د فشار د تغییرونو اغېزه هومره کمه ده چې کولای شي ترې تېر شو.

• يو سيال (مايع يا ګاز) ته هغه مهال خيالي (ايډيال) ويلی شوچې د تراکم وړتيا او اصطکاک ونلري.

• د متماديت معادله بيانوي چې په يو نل کې چې د متغيرو مقطعو لرونکی وي، د مايع د بهير سرعت د نل له مقطع سره معکوساً متناسب دی. يعنې په لويه مقطع کې د بهير سرعت کم او په کوچنی مقطع کې د بهير سرعت زيات وي.

• د $(\rho v_1^2/2)+P_1=(\rho v_2^2/2)+P_2$ مساوات عبارت دي د برنولي له ساده رابطې څخه او بيانوي چې فشار په هغه نقطو کې چې سرعت ډېروي لږ دی.

• د $\rho v^2/2+\rho gh+P=ct$ هم د برنولي د معادلې بل شکل دی چې د يوې خيالي مايع لپاره لاس ته راغلي او د حقيقي مايعاتو لپاره چې داخلي اصطکاک يې ډېر نه دی، هم د تطبيق وړتيا لري.

• په افقي جريانونو کې کولای شو، د برنولي قانون په دې ډول بيان کړو چې د افقي بهير په ټول بهير کې د P فشار او د بند فشار ($\frac{1}{2}\rho V^2$)مجموعه ثابته ده.

• وينتوري ټيوب له يو نري نل (جيټ) څخه جوړ شوی دی چې په هغه کې د فشار توپير په ډېرو پلنو برخو او ډېرو تنګو (کم سوره) برخو کې په يوه فشار سنجوونکي د مايع (مانومتر) پرمټ اندازه کيدای شي، او د برنولي د قانون پربنسټ د ($p_1+1/2\,\rho V_1^2=p_2+1/2\,\rho V_2^2$) رابطه په وينتوري ټيوب کې صدق کوي.

• د الوتکې په وزرونو کې يوه اوچتوونکې قوه عمل کوي او هغه ددې لامل ګرځي (کله چې په کافي توګه د هوا په پرتله په ډېر لوړ سرعت حرکت وکړي) چې الوتکه په هوا کې اوچته وساتي.

• د مايعاتو لزوجيت يا چسپيدل (نښتل) د هغو له داخلي اصطکاک څخه عبارت دي، او لزوجيت هغه مهال تبارز کوي چې په مايع يا ګاز کې داخلي حرکت منځته راشي، او د هغو اغېزو له قطع کيدو څخه وروسته چې د حرکت لامل ګرځيدلي ورو ورو قطع کېږئ.

• د داخلي اصطکاک فورمول $(R_i=\eta\cdot A\cdot v/d)$ دی. η د لزوجيت د ضريب په نامه يادېږي چې يو مهم ثابت دی او د هرې مادې لپاره مشخص دی.

• د هوپيل ويسکو زيمتر له الې څخه د يوې مايع د لزوجيت ضريب د اندازه کولو لپاره کار اخلي.

• که چېرې يوه کره د يو بلول په منځ کې د جريان په مسير کې واقع شي، دغه کره د رغړېدو پرمهال خپله د پوتنسيل انرژي له لاسه ورکوي او په سرعت کې يې ډېروالي راځي. د سرعت په زياتيدو سره داخلي اصطکاک لوړځي او بالاخره داسې حالت رامنځته کېږي، چې د مايع ذرې، کافي حرکي انرژي له لاسه ورکړي او نور د لوړ فشار په وړاندې خپل حرکت ته دوام نشي ورکولی او سرعت يې صفر ته تقرب کوي. په پايله کې ذرې بيرته راګرځي او شاته جاري کېږي او د بيرته راګرځيدو په مهال په څرخيدو يا دوران پيل کوي او ګرداب جوړوي چې وايي نوره نو نوموړې مايع په يو توربولينټ مايع بدله شوې ده.

د اتم څپرکي پوښتنې

1 - يو سيال (مايع – گاز) تعريف کړئ.

2 - د متماديت يا پيوستوالي معادله څه شی بيانوي؟

3 د $A_1V_1 = A_2V_2$ رابطه د .... او .... هرې جوړه مقاطعو مقطع لپاره د تطبيق وړ ده.

4 - که چيرې مايعات او گازات د صوت له سرعت څخه په کم سرعت حرکت وکړي .... ورته ويل کېږي.

5 - د يوې خيالي مايع لپاره د برنولي عمومي معادله عبارت له .... څخه ده.

6 - د $P_s = P_2 - P_1 = \frac{1}{2}\rho V^2$ فشار د .... فشار په نامه يادېږي.

7 - د .... د قانون پرنسپ په وينتوري ټيوب کې .... رابطه صدق کوي.

8 - د لزوجيت د اندازه کولو واحد، د واحدونو په نړيوال سيستم کې د $[\eta] = [R_i d / A_V]$ له رابطې څخه ترلاسه کړي.

9 - ايا په ډېره کچه فشار تل د ډېرې قوي پرمټ منځته راځي؟ خپل ځواب توضيح کړئ.

10 - کله چې د يوې نيچې له لارې اوبه څښئ د هوا په تخليه کولو سره فشار په خپله خوله کې کموئ او مايع په حرکت راځي او ستاسو خولې ته ورننوځي. أيا کولای شئ ددې موخې لپاره په سپوږمۍ کې هم له نيچې څخه د اوبو د څښلو لپاره کار واخلئ؟ ولې، توضيح يې کړئ.

11 - له لاندې معادلو څخه کومه يوه د اوبو سرعت د A په نقطه کې (V_A) او د اوبو سرعت د B په نقطه کې (V_B) ترمنځ اړيکه توضيح کوي؟

الف) $d_A V_A = d_B V_B$ ب) $d_A{}^2 V_A = d_B{}^2 V_B$ ج) $d_A d_B = V_A V_B$ د) $1/2\, d_A V_A{}^2 = 1/2\, d_B V_B{}^2$

12 - که چيرې د نل د مقطع مساحت د A په نقطه کې $2{,}5cm^2$ او د B په نقطه کې د مقطع مساحت $5cm^2$ وي، د اوبو جريان د A په نقطه کې څو ځلې د B له نقطې څخه تيز (گړندی) دی؟

13 - په يوه افقي نل کې اوبه په $(1\frac{m}{s})$ سرعت بهيږي. که چيرې ددې نل شعاع د هغه د $(\frac{1}{4})$ برخې په اندازه کوچنی شي، د نل پدې نرۍ برخه کې د اوبو سرعت لاسته راوړئ.

14 - د يو نل د شيردان د سوري قطر $2cm$ دی او په هره ثانيه کې په $2{,}5\times10^{-2}\,m^3$ کچه اوبه ترې خارجېږي، اوبه په کوم سرعت له نل څخه خارجېږي، پيداکړئ.

مأخذونه

1. PHYSICS (PRINCIPLES WITH APPLICATIONS), by Douglas C. Gain coli, Published by Pearson Education Inc, 2005.

2. PHYSICS by James S. Walker, Pearson Education Inc. USA, New Jersey, 2004.

3. PHYSICS by R.A. Serwey and J.S. Faughn, 2006 by Holt, Rinehart and Winston.

4. PHYSICS, A Text book, published by Surat Publishing Company, printed in TURKEY, 1996.

5. Fundamentals of Physics, published by University of the Philippines, College of Education, Manila, 1976.

6. الفيزياء (للمرحلة الثانوية / الفرع العلمي)، و زارة التربية و التعليم، ادارة المناهج والكتب المدرسية، الكتاب في مدارس المملكة الاردنية الهاشميه، ۲۰۰۵م.

7. د «فزيک (2) و ازمايشگاه»، د ښوونې او روزنې وزارت د څېړنې او ازموينې د پلان جوړولو سازمان، د ايران د درسي کتابونو د چاپ او خپريدو شرکت، 1385 هـ . ش.